

ČASOPIS PRO ELEKTRONIKU  
ROČNÍK XL/1991 ● ● ČÍSLO 4

## V TOMTO SEŠITĚ

Grundig se představuje ..... 121

### ELEKTRONICKÁ KUCHAŘKA

Poplachová zařízení .....	123
Nízkofrekvenční technika .....	124
Hlasitý poslech telefonu .....	124
Mikrofonní směšovač .....	128
Generátory šumu .....	129
Tónové korekce s LM833 .....	130
Zapojení pro motoristy .....	130
Displeje a indikátory .....	131
S-metr pro přijímač .....	131
Blikače .....	132
Indikátor skutečné stereofonie .....	132
Síť a regulace výkonu .....	133
Detektor síťového vedení .....	133
Regulátor k vrtačce .....	134
Oscilátory, spínače, časovače .....	134
Světelný spínač .....	134
Teplotní dotekový spínač .....	135
Zdroje, napájení .....	136
Zdroj vysokého napětí .....	137
Jednoduchý dílenský zdroj .....	137
Přepětíová ochrana zdroje .....	138
Vysokofrekvenční obvody .....	138
Vf zaměřovač .....	139
Měřič intenzity pole .....	140
Zkoušecí – testovací přístroje .....	142

Další různé aplikace elektronických  
obvodů ..... 145

Inzerce ..... 160

### AMATÉRSKÉ RADIO ŘADA B

**Vydavatel:** Vydavatelství MAGNET-PRESS, s. p.,  
113 66 Praha 1, Vladislavova 26, tel. 26 06 51.

**Redakce:** 113 66 Praha 1, Jungmannova 24, tel.  
26 06 51. Šéfredaktor Luboš Kalousek, OK1FAC, linka  
354, sekretariát linka 355.

**Tiskne:** Naše vojsko, tiskárna, závod 08, 160 05 Praha  
6, Vlastina ul. č. 889/23.

**Rozšiřuje** Poštovní novinová služba a vydavatelství  
MAGNET-PRESS s. p. Objednávky přijímá každá ad-  
ministrace PNS, pošta, doručovatel, předplatitelská  
střediska a administrace vydavatelství MAGNET-  
PRESS s. p., 113 66 Praha 1, Vladislavova 26, tel.  
26 06 51-9. Půlroční předplatné 29,40 Kčs. Objedná-  
vky do zahraničí vyřizuje ARTIA, a. s., Ve směčkách 30,  
111 27 Praha 1.

**Inzerce** přijímá osobně i poštou vydavatelství MAGNET-  
PRESS, inzertní oddělení, Vladislavova 26, 113 66  
Praha 1, tel. 26 06 51-9, linka 294.

Za původnost a správnost příspěvku odpovídá autor.  
Nevyžádané rukopisy nevracíme.

Návštěvy v redakci ve středu od 9 do 16 hodin.  
ISSN 0139-7087, číslo indexu 46 044.

Toto číslo má vyjít podle plánu 19. 7. 1991.

© Vydavatelství MAGNET-PRESS 1991

## GRUNDIG SE PŘEDSTAVUJE

V minulém čísle jsme představili firmu NOKIA, předního evropského výrobce nejen spotřební elektroniky. Pro dnešní představu-  
ní jsme vybrali firmu Grundig a to poněkud  
netradičním způsobem: jako příběh „chlap-  
ce, který se proslavil“. K tomu nás vedlo  
několik důvodů, z nichž nejpodstatnější je  
ten, že příběh zakladatele firmy, Maxe Grun-  
diga, napovídá mnohé o tom, jaké vlastnosti  
musí mít ten, kdo chce něco dokázat – ten-  
krát jako dnes, i když dnes je doba poněkud  
jiná, než před válkou, kdy M. Grundig začí-  
nal. I tak je však jeho příběh, myslím, dosta-  
tečně poučný i pro dnešek, když ničím jiným,  
tak faktem, že „bez práce nejsou koláče“.

Firmu GRUNDIG založil muž, jménem  
Max Grundig, který se narodil 7. května roku  
1908 v Norimberku jako syn skladníka Emila  
Grundiga. Norimberk měl tehdy něco málo  
přes 300 tisíc obyvatel a v této tak trochu  
idyllické době stál pýtl kilogramu chleba 17  
feniků, půl kila hovězího masa 70 feniků,  
vejce 6 feniků a litr mléka 18 feniků. Otec  
Emil, jako skladník závodů Herkules, vydělá-  
val měsíčně 280 marek a uživit rodinu se  
čtyřmi dětmi nebylo za tehdejších podmínek  
nikterak snadné.

Školní docházku začal Max v době, kdy  
začínala první světová válka. V roce 1920  
zemřel jeho otec, kterému tehdy bylo jen 41  
let. Matka, o dva roky mladší, začala mít  
velké starosti, jak čtyři děti uživit. Dokud otec  
ještě žil, bylo rozhodnuto, že Max půjde  
studovat na gymnázium, ale za těchto okol-  
ností to bylo nemožné. A tak Max Grundig  
začal v dubnu 1922 svou kariéru jako učeň  
u firmy Hilpert, která prodávala instalatérské  
potřeby.

Mezitím však jeho matka onemocněla  
vleklou chorobou a starost o děti i matku  
zůstala na něm. Musel především každý den  
zajišťovat oběd pro matku a sourozence  
a protože tramvaj meziřím podražila na 30  
feniků, absolvoval pětiloketovou cestu  
z domova do zaměstnání a zpět poklusem.  
Tuto cestu proběhl denně čtyřikrát a protože  
poslední přestávka u firmy trvala jen dvě  
hodiny, měl co dělat, aby všechno stihl.

Max se u firmy Hilpert dobře uvedl, naučil  
se dokonce psát na stroji a stenografovat  
a tak to za krátký čas dotáhl až na úředníka  
v kanceláři firmy. To se již psal rok 1924,

druhý rok jeho učebního poměru, kdy se  
seznámil se začínající rozhlasovou techni-  
kou a kdy ho začaly velice zajímat rozhlaso-  
vé přijímače. Elektronika ho tak zaujala, že  
v této době, kdy se většina součástek pro  
přijímače vyráběla doslova na koleně, se stal  
vášnivým amatérským bastlířem. V září  
1926 navštívil rozhlasovou výstavu v Berlíně  
a snad již tehdy se rozhodl, že se v budoucnu  
bude tomuto oboru věnovat.

Následujícího roku 1927 zemřel švagr  
prokuristy firmy Hilpert, který měl elektroob-  
chod ve Fürthu. Šéf firmy Hilpert tento ob-  
chod zakoupil a jako vedoucího tam ustano-  
vil Maxe Grundiga. Pro toho to znamenalo  
podstatné zlepšení životních podmínek, ne-  
boť v novém místě jeho výdělek dosahoval  
až 600 marek měsíčně a nezdědka dosáhl  
i plné tisícovky. Ačkoli mu v té době bylo  
teprve devatenáct let, mohl si z úspor koupit  
první vlastní dopravní prostředek, motocykl  
značky Standard v červené barvě s chromo-  
vanou nádrží a byl na tento stroj velice  
pyšný. Týdně na něm odvázel panu Hilper-  
tovi tržbu a jednoho dne se dozvěděl, že jeho  
šéf miní obchod ve Fürthu prodat začátkem  
listopadu 1930 inženýru Lockerovi od firmy  
AEG. To se Maxi Grundigovi jednak nelíbilo,  
a jednak se mu nechtělo pracovat pro jiného  
majitele – tak došlo k roztržce a rozchodu  
s firmou Hilpert.

Protože měl Max našetřené nějaké peni-  
ze, rozhodl postavit se na vlastní nohy, přes-  
tože v té době se již schylovalo k hospodář-  
ské krizi. Mládí je však optimistické a tak si  
Max s možnými problémy velkou hlavu ne-  
dělal. V pozdějších letech se přiznal, že mu  
dosud běhá mráz po zádech, když si vzpo-  
mene, do čeho se tehdy s téměř holýma  
rukama pustil a jak to mohlo dopadnout.

A tak si za 150 marek měsíčně pronajal  
krám na Sterngasse, zaplatil nájem na tři  
měsíce dopředu a stal se sám sobě šéfem.  
Již v prosinci 1930 se v bavorských novinách  
objevil jeho inzerát v následujícím znění:  
„Rozhlasové přijímače, reproduktory a gra-  
mofonové desky značky Lumophon nakou-  
píte nejlépe a nejlevněji u firmy Radio-Ver-  
trieb Fürth, Sterngasse 4. Navštivte naši  
výstavku, zdarma a nezávazně vám předve-  
deme všechny výrobky a obslouží vás naši  
odborníci. Čím dříve přijdete, tím lépe pro

### Vážení čtenáři,

v poslední době se množí stížnosti na to, že nelze sehnat naše  
časopisy (AR řady A, řady B a Přílohy – ročenky) ve stáncích PNS.  
Je to způsobeno několika vlivy, z nichž nejhlavnější je asi ten, že  
PNS soustavně snižuje odběr našich časopisů a do některých  
svých prodejen je vůbec nedodává.

Naše vydavatelství MAGNET-PRESS proto nabízí všem soukro-  
mým podnikatelům i všem organizacím (např. prodejnám elektro-  
nického zboží, knižním prodejnám, obchodním domům atd.), které  
by chtěly rozšiřovat (prodávat) naše časopisy, možnost objednat  
AR řady A, řady B i Přílohy přímo ve vydavatelství a to od 10 kusů  
do neomezeného množství za velmi výhodných podmínek.

S nabídkami se obraťte na redakci AR, Jungmannova 24,  
113 66 Praha 1.

Prosincovou přílohu AR lze objednat i jednotlivě v admini-  
straci vydavatelství Magnet-press do 15. 10. 1991.

**Redakce**

vás. Využijte výhodných měsíčních splátek.“

V této začínající krizové době nebylo pochopitelně snadné prodat větší množství poměrně drahých přístrojů. Proto se Max soustředil především na prodej součástek, žárovek, elektronek a jiného drobnějšího sortimentu. V té době bylo mnoho přijímačů napájeno z akumulátorů a baterií, takže nabíjení žhavicích akumulátorů i prodej anodových baterií bylo velice výhodné a přineslo nezbytný zisk. Bylo také nutné chodit po okolí, zjišťovat ceny konkurence a snažit se, aby vlastní ceny byly vždy, byť jen o málo, nižší. A tak zásady: nižší ceny, vzorná obsluha, pohotový servis a výhodné platební podmínky způsobily, že přes krizovou dobu se obchodu poměrně dobře dařilo.

Ubíhaly roky, Max Grundig důsledně navštěvoval všechny výstavy i trhy, aby získal nejnovější informace z oboru. V době jeho nepřítomnosti vedla obchod jeho nejstarší sestra Wilhelmine, která se pak brzy stala bratrovou pravou rukou. Mezitím se hospodářská situace začínala zlepšovat, prodávalo se více a více přijímačů a pochopitelně se zvětšoval i počet oprav. A tak si Max Grundig najal novy, větší obchod na Schwabacherstrasse 1. V tomto obchodě zahájil prodej a služby v červnu 1934.

Zde, přes určité počáteční obtíže, dosáhl poprvé ročního obrátu většího než milion marek. Prodával rozhlasové přijímače všech tehdy běžných značek a okolnosti ho přivedly na myšlenku, zaříditi si také dílnu pro navijení transformátorů. Mělo to velmi jednoduchý důvod. Ve Fürthu bylo tehdy stejnosměrné napětí, zatímco v sousedním Norimberku bylo napětí střídavé. A protože se mnoho lidí stěhovalo sem i tam, byly poruchy jejich přístrojů zcela běžné a množství poškozených transformátorů bylo značné. V prvním patře domu na Schwabacherstrasse otevřel Max proto dílnu s navijecími a tento dobrý nápad mu podstatným způsobem zvětšil zisky.

Firma tedy bohatla a její majitel si v roce 1935 koupil první vlastní automobil Opel Olympia a s matkou a sestrou se nastěhoval do nového bytu v Amalienstrasse 55. V té době se seznámil se subretou Anneliese Jürgensen z Flensburgu, se kterou se za krátko oženil, ačkoli jejich vzájemné povahy byly naprosto odlišné. Manželství také neskončilo šťastně.

Pokud jde o transformátory, dostal Max Grundig další dobrý nápad. Pochopil, že současná situace v Německu vede k postupujícímu nedostatku surovin, kterých, vzhledem k horečnému zbrojení, bude stále méně. Nakoupil proto velké zásoby transformátorových plechů, drátů i materiálů na výrobu kostříček a začal vyrábět celý sortiment nejrůznějších transformátorů. Všechno co vyrobil, bez problémů rozprodal. Znovu se přestěhoval, tentokrát do pěkného třípokojového bytu v Moststrasse 17, kde bydlel dalších čtrnáct let a to i v době, kdy již byl mnohonásobným milionářem a velkopřemyslníkem.

V roce 1939 začala druhá světová válka. Firma Maxe Grundiga byla označena jako nepostradatelná pro vojenské účely a německá armáda se také stala největším zákazníkem jak zadáváním oprav vojenských přístrojů, tak i jako odběratel transformátorů.

nejrůznějších typů. Firma proto měla stálý přísun zakázek a bez větších potíží přečkávala válečná leta. Max Grundig musel v letech 1941 až 1943 obléknout uniformu, a však zůstal přidělen velitelství v Norimberku, takže mohl i občas dohlédnout na svůj podnik. Často si i po noční službě našel čas k další práci ve vlastní kanceláři a řešil nové obchodní možnosti. V té době se také poohlížel po dalších výrobních prostorách. Našel je v blízké vesnici Vach, kde byla volná dvě hospodářská stavení. Pro toto útočiště mimo město byl i druhý rozumný důvod: výrobní podniky ve městech byly totiž mnohem více ohroženy spojeneckým bombardováním.

Max Grundig přestěhoval do nových objektů navijecíky a denně se opravovaly či navijely stovky transformátorů. Počet navijecíků se v té době rozrostl na více než sto a bylo nutno také zaměstnat mnohem více pracovníků, převážně děvčat z Ukrajiny. Max byl v roce 1943 propuštěn z vojenské služby a tak se mohl ihned znovu plně věnovat svému podniku. Jednoho dne ho pozval k rozhovoru zástupce firmy AEG s nabídkou, aby pro ně vyráběl transformátory. Na základě výhodné nabídky byla smlouva uzavřena, avšak požadavek AEG byl šokující: pět až deset tisíc transformátorů denně. Max Grundig to však dokázal zajistit. Zanedlouho se s obdobným požadavkem připojila i firma Siemens. Přestože obě zmíněné firmy velice účinně spolupracovaly, zůstává obdivuhodné, jak se v nejrůznějších tanečních sálech či kuželnících, přeměněných na výroby, realizovaly kvalitní a technicky náročné výrobky.

Na jaře 1945 se přiblížila fronta a jedna z dílen ve vsi Vach zcela vyhořela. Všichni se ihned pustili do oprav, dokonce i zmíněná ukrajinská děvčata, ačkoli je zde již nikdo žádným násilím nedržel. A tak na konci války zde stál sedmatřicetiletý muž, který začal z ničeho a nyní zaměstnával téměř 200 lidí, s jméním, odhadovaným na 18 milionů marek a uvažoval, co bude s příštím Německem a jaké si má vůbec do budoucna dělat plány.

Přitom obchod ve Fürthu, ani dílny v tanečním sálu a kuželníku jako zázrakem neutrply žádné vážnější škody. Maxi Grundigovi se v té době přihlásili dva bývalí spolupracovníci Anton Lifka a Josef Gütthlein a všichni začali obtížně přemísťovat vybavení dílen z Vachu do Fürthu. A začínali opět od začátku.

Nyní se však změnilí zákazníci. Namísto bodrých i málomluvných bavorských občanů přicházeli sebevědomí muži v uniformách US Army. Protože problém světelných sítí ve Fürthu a Norimberku zůstal stejný, přicházeli opět s „vyhořelými“ transformátory či jinak poškozenými přístroji a firma Radio-Vertrieb pracovala zcela shodně jako před válkou. Jedinou změnou bylo, že se teď velmi často platilo v naturáliích. Když přístroj nebylo možné opravit, byl odkoupen za symbolickou cenu a pak se z několika vadných sestavil jeden bezvadný. Ten pak bylo možno vyměnit třeba za celý karton amerických cigaret, což, přepočteno na tehdejší černý kurs, činilo 70 až 100 marek.

S opravami však nebylo možno nadlouho vydržet a výroba transformátorů opět vyžadovala zvětšit výrobní prostory. V té době opět sehrála roli náhoda. Max Grundig se setkal s dávným známým, výrobcem hraček Christianem Götzem, který uvažoval nad prodejem své továrny. Max Grundig si po dohodě dvoupatrovou továrnu pronajal a opět tu rozběhl výrobu transformátorů.

Kromě toho zde začala také výroba prvních měřicích přístrojů Tubates a Novatest.

Trvalou Maxovou touhou však byla výroba rozhlasových přijímačů. Rozhodl se proto, že na trh uvede jednoduchou stavebnici dvoulampovky, kterou si každý bude moci levně koupit a sám sestavit. Její cena nesměla převyšit 100 marek. Tento přístroj dostal jméno Heinzelmänn a světlo světa spatřil v roce 1946. Produkce Heinzelmännů rychle stoupala a na základě tohoto obchodního úspěchu byl do výroby připraven nový přístroj, čtyřelektronkový superhet Weltklang.

Max Grundig mezitím zakoupil pozemek v Kurgartenstrasse, kde dnes stojí hlavní budova firmy. V roce 1948 sice ještě výroba Heinzelmännů pokračovala, ale vše již bylo připraveno pro novou výrobní éru. V nových dílnách firmy, která dostala nový název Grundig-Radio-Werke byl vyráběn již řečený třírozměrný superhet Weltklang, počet pracovníků se zvětšil na 650 a v únoru 1949 byl oslaven stotisíci vyrobený přijímač.

Koncem roku 1949 byl vyvinut první kufříkový přijímač, jehož skříňka z plastické hmoty byla vylišována ve vlastní lisovné plastických hmot. Počet zaměstnanců i rozloha závodů vůči předchozím rostly a zanedlouho opustil závod půlmilionový přístroj. Koncem roku 1950 se firma Grundig stala největším evropským výrobcem rozhlasových přístrojů s ročním obrátem téměř 50 milionů marek, podnik měl přes 3000 zaměstnanců a exportoval do mnoha světových zemí.

S rozhlasovými přijímači však nebylo možno vystačit. V roce 1951 převzal Grundig továrnu Lumophon, ve Schloss-strasse otevřel Werk II, v Goldbachstrasse Werk III a v Georgensgmündu Werk IV. Zde byly vyráběny skříně pro přijímače a později i pro televizory. Malá statistika produkce televizorů: v roce 1953 bylo vyrobeno 7500 kusů, v roce 1954 20 000 kusů a v dalších letech dosáhla roční produkce 250 000 kusů. V roce 1953 se na výstavě v Düsseldorfu objevila první televizní kamera této firmy pod názvem „Fernauge“.

Kromě rozhlasových přijímačů začala firma vyrábět též celou řadu měřicích přístrojů a v osmdesátých letech uvedl Grundig na trh videomagnetofony a to velmi komfortní systém nazvaný Video 2000. Ten byl sice za několik let vytlačen podstatně jednodušším systémem VHS (který byl nesrovnatelně levnější) – to ovšem na technické vyzrálosti systému Video 2000 nic neubírá.

V roce 1981 se Max Grundig podruhé oženil, tentokrát s paní Chantal, která se narodila ve Francii a do manželství přivedla dceru Valérii. Maxi Grundigovi se v roce 1982 narodila dcera Maria-Alexandra.

V polovině osmdesátých let, především z důvodů vážné a nevyhléditelné nemoci, neměl Max Grundig již dostatek sil, aby se nadále věnoval namáhavé a vyčerpávající práci šéfa tak velkého podniku a proto závodny Grundig převzal koncern Philips. Na sklonku roku 1989 tento neúnavný pracovník a zakladatel jednoho z největších radio-technických koncernů po vleklé nemoci zemřel.

A. H.

# ELEKTRONICKÁ KUCHARKA

Dr. Ladislav Kubát

## Slovo úvodem

Do tohoto čísla AR řady B jsem se snažil vybrat soubor jednodušších zapojení z nejrůznějších oborů elektroniky. Najít v zahraničních časopisech podobná zapojení je stále obtížnější, protože jsou zveřejňovány většinou složitější konstrukce, zaměřené dosti jednostranně k počítačové a mikroprocesorové technice, velmi náročné na součástky, o nichž mnohdy nic nevíme a tak v našich podmínkách nesnadno uskutečnitelné i použitelné.

Při výběru jsem bral v úvahu i podstatně změněnou situaci na trhu součástek. Jsme svědky téměř totálního krachu a rozpadu státního obchodu se součástkami. ELTOS zrušil několik svých prodejen a zbývající zejí prázdnotou – přitom výrobce TESLA má plné sklady. Na tomto smutném stavu se podepsal také rozpad RVHP. Jedinou naději pro amatéry vidím v soukromých obchodech se součástkami, kde se již blýská na lepší časy. Bylo otevřeno několik soukromých prodejen (včetně zásilkové služby), v nichž se prodává široký sortiment (i výrobky zahraničních výrobců) podstatně levnějších součástek, než jaké lze získat v dosavadních prodejnách, v nichž lze stále ještě slyšet dřívější slogan státního „neobchodu“: nemáme, nevíme.

Proto jsem v zapojeních většinou ponechal původní součástky, které lze většinou nahradit i domácími součástkami, pokud jsou k dispozici, nebo použít originální zahraniční, popř. zahraniční ekvivalenty.

Trh s elektronikou se stal bohatším, jsou běžné k dostání výrobky, které před listopadem 1989 nebyly v prodeji a amatéři je pracně vyráběli. Individuální vkusů a zálib je však tolik, že trh nikdy nemůže poskytnout vše – pro tyto individuální potřeby slouží i tento sešit vybraných zahraničních zapojení. Možná, že se najde i takový odvážný podnikatel – soukromník, který některé z uvedených zapojení začne vyrábět a předpokládám, že by mohl mít na „elektronickém“ trhu úspěch.

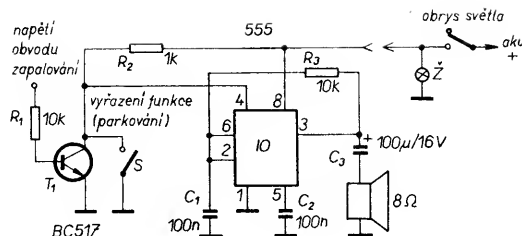
## POPLACHOVÁ ZAŘÍZENÍ

### Signalizace nevypnutých světel automobilu

V tomto zapojení s mírně neobvyklým spouštěným oscilátorem se používá časovač 555 pro signalizaci situace, kdy opustíte svůj vůz a zapomenete vypnout světlá (obr. 1).

Při zapnutí zapalování se aktivuje pomocný obvod napětím 12 V. Tím se otevře tranzistor  $T_1$ , na jehož kolektoru, spojeném s vývodem 4 obvodu 555 (reset), se napětí

Obr. 1. Signalizace nevypnutých světel u auta



zmenší k nule. Při zapnutém zapalování i světlech tedy obvod 555 nemůže kmitat. Po vypnutí zapalování se tranzistor  $T_1$  zavře, napětí na vývodu 4 IO se zvětší. Pokud zůstala zapnutá světlá, jsou napájena i obrysová světlá, a signalizační obvod dostává napětí. Časovač 555 začíná okamžitě kmitat a reproduktor upozorní na skutečnost, že světlá jsou zapnuta. Kdyby zůstala zapnuta jen obrysová světlá, je výsledek stejný.

Paralelně s tranzistorem  $T_1$  je účelné zapojit spínač  $S$ , kterým je možné signalizaci vypnout v případě, že potřebujeme parkovat se zapnutými parkovacími světlá.

### Jednoduché zabezpečovací zařízení

Neproblematické zapojení zabezpečovacího zařízení proti vloupání, které není náchylné k falešným poplachům, ale přesto dává možnost různě zpozdit jeho činnost při odchodu a příchodu, je na obr. 2. Vyžaduje, aby všechna čidla, zapojená ve smyčce (označeno v zapojení „smyčka“), byla v běžném stavu zapnuta.

Zapojení je založeno na použití IO<sub>1</sub> se šesti Schmittových klopných obvodů. Je-li rozpojen startovací spínač  $S_1$ , vstup IO<sub>1d</sub> je ve stavu log. 1 ( $C_2$  se nabíjí přes  $R_2$ ) a jeho výstup přechází do stavu log. 0. Vstup IO<sub>1c</sub> je tedy ve stavu log. 1 a jeho výstup je ve stavu log. 0, tím se otevře  $T_1$ , protože jeho řídicí elektroda je přes rezistor  $R_4$  připojena na kladné napětí.

Když je  $T_1$  otevřen, smyčkou protéká proud přes  $R_1$  a LED, která svítí, čímž indikuje, že je zabezpečovací zařízení zapnuto. Vstup IO<sub>1a</sub> je držen ve stavu log. 0 přes diodu

$D_1$  a smyčku. Vstup IO<sub>1b</sub> je tedy ve stavu log. 1, jeho výstup ve stavu log. 0 a  $D_2$  zajišťuje, že je na bázi budiče relé  $T_1$  přes  $D_2$  malé napětí.

Když „nepozvaný návštěvník“ přeruší smyčku, dioda  $D_1$  již nedrží vstup IO<sub>1c</sub> ve stavu log. 0, a  $C_1$  se nabíjí přes rezistor  $R_3$ . Když náboj na  $C_1$  překročí prahovou úroveň Schmittova obvodu IO<sub>1a</sub>, k čemuž dojde asi po 20 sekundách po přerušení smyčky, jeho výstup přechází do stavu log. 0 a výstup IO<sub>1b</sub> přechází do stavu log. 1. To umožní průtok proudů báze  $T_1$  přes rezistor  $R_5$  a relé sepně.

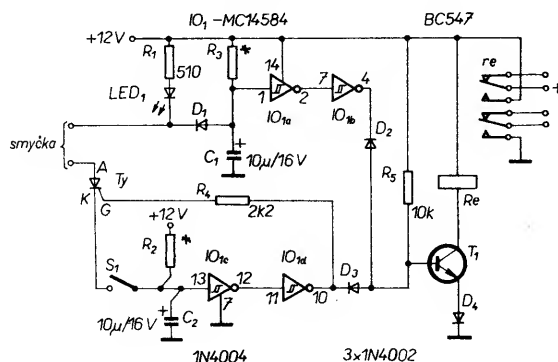
Kontakty relé mohou spustit libovolný druh poplašného obvodu, protože dávají řadu možností: v klidovém stavu sepnuté kontakty, přepnutí na zem, nebo přepnutí na +12 V.

Zpoždění činnosti poplachového zařízení při odchodu zajišťuje kombinace  $R_2$ ,  $C_2$ . Odpor rezistoru  $R_2$  můžete zvolit mezi 1,8 až 6,8 MΩ pro zpoždění asi 20 až 50 sekund. Zpoždění činnosti při vstupu zajišťuje kombinace  $R_3$ ,  $C_1$ . Pro dosažení požadovaného zpoždění při vstupu můžete zvolit odpor rezistoru  $R_3$  ve stejném rozsahu jako u  $R_2$ .

„Protielektromotorická síla“ relé neovlivní  $T_1$ , protože dioda  $D_4$  bude touto „silou“ relé  $R_e$  polarizována opačně. Kromě toho tato dioda zvětšuje nutné předpětí  $T_1$  asi o 0,5 V, takže jsou-li výstupy IO<sub>1b</sub> a IO<sub>1c</sub> ve stavu log. 0, diodami  $D_2$  a  $D_3$  neprotéká do báze tranzistoru žádný proud.

Pro napájení tohoto zabezpečovacího zařízení je vhodné použít akumulátor 12 V v těsném provedení s cyklickými dobířeními.

Zabezpečovací zařízení se vypne sepnutím spínače  $S_1$ . Tím se vstup IO<sub>1d</sub> uzemní, což uvede jeho výstup do stavu log. 1, což způsobí přechod výstupu IO<sub>1c</sub> do stavu log.

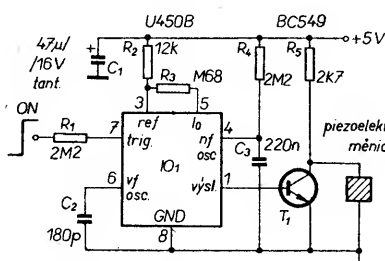


Obr. 2. Jednoduché zabezpečovací zařízení

0, tím se přes diodu  $D_3$  zmenší napětí báze  $T_1$ . Také na řídicí elektrodě  $Ty$  bude malé napětí. Přeruší-li se za tohoto stavu smyčka (otevřením např. hlídanych dveří, tj. přerušením sepnutého kontaktu ve smyčce,  $Ty$  se uvede do vypnutého stavu.

### Poplachový obvod s třemi tóny

Tento poplachový obvod je založen na využití integrovaného obvodu Telefunken U450B pro generování tří tónů (obr. 3). Spuštění vyžaduje přivést na spouštěcí vývod IO (7) napětí log. 1. IO pak opakuje své tři tóny 800, 1067 a 1333 Hz rychlostí, stanovenou kombinací  $R_4$ ,  $C_3$ .



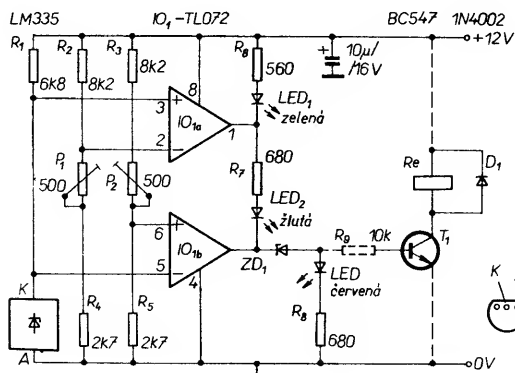
Obr. 3. Poplašný obvod třítonový

Výstup obvodu budí bázi tranzistoru  $T_1$ , jehož kolektorový signál budí piezoelektrický měnič. Může to být malý diskový typ, popř. piezoelektrický výškový reproduktor se zvukovodem (který dává dosti hlasitý signál). Kondenzátor  $C_2$  musí být polystyrenový, nikoli keramický.

### Kontrola teploty s možností poplachu

Teplotní čidlo (v originále přesné teplotní čidlo výrobce National Semiconductors typ LM335, jinak vhodná křemíková dioda) je zapojeno na vstup okénkového zapojení komparátoru a zajišťuje sledování teploty (obr. 4). Činnost obvodu indikují červená, žlutá a zelená svítivá dioda. K zapojení může být doplněn obvod pro buzení relé, který bude plnit poplachovou, nebo spínací funkci. Toto zapojení je na příklad ideální pro kontrolu teploty chladiče výkonového nízkofrekvenčního zesilovače.

Odporovými trimry  $P_1$  a  $P_2$  se nastavuje horní a dolní indikovaná teplotní mez. Čidlo LM335 (dioda) vytváří teplotně závislé referenční napětí, které se mění o 10 mV na stupeň Celsia. Meze komparátoru mohou

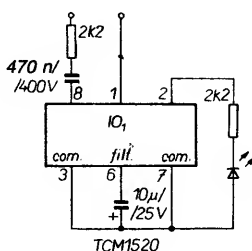


být nastaveny tak, aby při teplotě pod 50 °C svítila zelená dioda, od 50 °C bude svítit žlutá LED, při teplotě vyšší než 80 °C bude svítit červená svítivá dioda.  $ZD_1$  je Zenerova dioda 3V3.

K zapojení pro kontrolu teploty může být doplněn budič relé, znázorněný čárkovaně. Celý obvod je napájen ze zdroje 12 V.

### Vizuální indikace zvonění telefonu

Pro vizuální indikaci vyzváněcího proudu na telefonním vedení – jako doplněk modemu nebo telefonu – může být tento jednoduchý obvod (obr. 5) jen těžko překonán.



Obr. 5. Vizuální indikace zvonění telefonu

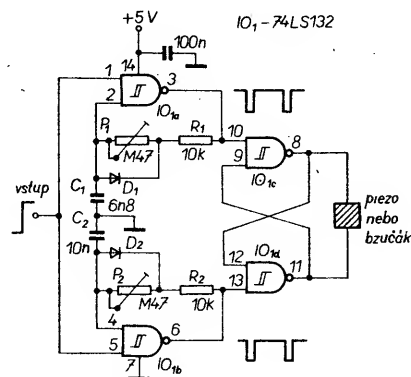
Používá integrovaný obvod pro indikaci vyzvánění, vyráběný firmou Texas Instruments pod označením TCM1520. Když se na vedení objeví impulsy vyzváněcího tónu, dioda LED bliká v rytmu těchto impulsů, a upozorní na vyzvánění. Pro spolehlivé upozornění je třeba použít diodu LED s velkým jasnem.

### Poplachové zařízení s piezoelektrickým měničem

Pro buzení piezoelektrického měniče se v tomto zapojení používá jediný IO se čtyřicí dvouvstupových Schmittových klopných obvodů NAND. Produkuje velmi hlasitý výstupní signál s pronikavým tónem (obr. 6).

Obvody  $IO_{1a}$  a  $IO_{1d}$  jsou zapojeny jako hradlové oscilátory s poměrem značka/mezera kolem 1:4, který je zajišťován diodami. Oscilátory jsou nastaveny na odlišné kmitočty, což způsobuje interferenci mezi oběma tóny: to vede při správném nastavení ke skutečně naléhavému a pronikavému zvuku.

Výstupy oscilátorů budí klopný obvod, sestavený z  $IO_{1c}$  a  $IO_{1d}$ . Dvojčinný výstup klopného obvodu budí piezoelektrický měnič nebo bzučák.

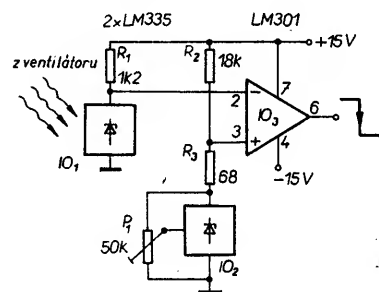


Obr. 6. Poplach s piezoelektrickým měničem

Stav log. 1 na vstupních bradlech oscilátorů zapíná a stav log. 0 je vypíná. Místo logiky TTL může být také použit integrovaný obvod CMOS.

### Indikátor výpadku ventilátoru

Pro zařízení, která jsou chlazena ventilátorem, může mít výpadek ventilátoru katastrofální důsledky. Počítače, napájecí zdroje a výkonové zesilovače často vyžadují použití ventilátorové chlazení. Blokování nebo omezení proudu chladičového vzduchu může mít také vážné následky.



Obr. 7. Indikátor výpadku ventilátoru

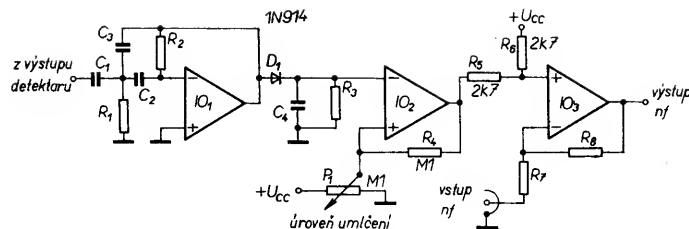
Obvod na obr. 7 zajišťuje přítomnost nebo absenci proudu vzduchu v některém vhodném místě a jeho výstup, který přechází při poruše ventilátoru do stavu log 0, může být použit pro zapnutí indikátoru nebo spuštění nějakého druhu poplachu.

Používají se dvě teplotní čidla (National Semiconductor LM335, nebo vhodná křemíková dioda), jedno v proudu vzduchu ( $IO_1$ ), druhé jako reference ( $IO_2$ ). Jejich výstupy jsou porovnávány na diferenčních vstupech operačního zesilovače  $IO_3$ . Předpětí  $IO_2$  je nastaveno trimrem  $P_1$  tak, že výstup  $IO_3$  je za normálních okolností (při průtoku vzduchu kolem  $IO_1$ ) kladný. Když se proud vzduchu zmenší nebo přestane,  $P_1$  musí být nastaven tak, aby výstupní signál  $IO_3$  se změnil na zápornou velikost.

## NÍZKOFREKVENČNÍ TECHNIKA

### Nízkofrekvenční umlčovač

Zapojení umlčovače je velmi vhodný doplněk přijímače pro potlačení šumu při příjmu na neobsazeném kanálu. Obvod je možné použít k doplnění přijímače, který toto vybavení nemá.



Obr. 8. Nízkofrekvenční umlčovač

Je-li přijímač naladěný na neobsazený kanál, je na výstupu detektoru značný šumový signál. V zapojení na obr. 8 se používá horní propust ( $IO_1$ ) a ( $IO_2$ ), aby se určilo, zda v kanálu je, nebo není užitečný signál, a to detekci úrovně vysokofrekvenčního šumu. Neení-li v kanálu signál, komparátor vypíná operační zesilovač ( $IO_3$ ), zapojený v sérii s nízkofrekvenční cestou přijímače. Jako aktivní součástky mohou být použity operační zesilovače typu MC3405/MC3505 Motorola, případně náš výrobek. Obvod  $IO_1$  je zapojen jako horní propust, zesilující šum nad hovorovým pásmem (k poklesu dochází kolem 3 kHz). Jeho vstupní signál se přivádí přímo z výstupu detektoru přijímače.

Výstupní signál z  $IO_1$  je usměrňován diodou  $D_1$ , usměrňeným napětím se nabíjí kondenzátor  $C_4$ . Rezistor  $R_3$  zajišťuje vhodnou vybíjecí časovou konstantu. Stejnousměrné napětí se přivádí na invertující vstup  $IO_2$ , který je zde zapojen jako komparátor. Neinvertující vstup  $IO_2$  dostává proměnné stejnosměrné napětí přes potenciometr  $P_1$ , používaný k nastavení prahu umlčovače.

Nízkofrekvenční signál přijímače prochází obvodem  $IO_3$ , zapojeným jako invertující zesilovač. Neinvertující vstup  $IO_3$  je připojen k výstupu komparátoru  $IO_2$ , na němž se napětí mění od  $+U_{cc}$  do 0 V.

Bez přítomnosti signálu vyvolá šum, procházející horní propustí, špičkově usměrněné napětí na rezistoru  $R_3$ . Bude-li toto napětí větší než mez, nastavená potenciometrem  $P_1$ , zablokuje výstupní signál  $IO_2$  integrovaný obvod  $IO_3$ , a tím se také přeruší cesta nf signálu.

Při určování hodnot součástek postupujte takto: určete potřebné zesílení  $A_0$   $IO_1$ , mezní kmitočet horní propusti a jakost  $Q$ . Na výstupu usměrňovače budete potřebovat několik málo voltů. Mezní kmitočet může být 3 kHz až 5 kHz,  $Q$  bývá typicky menší než 10. Zvolte kapacity  $C_1$  a  $C_2$ , typicky menší nebo rovné 1 nF. Pak je možné vypočítat  $R_2$  ze vztahu:

$$R_2 = \left( \frac{Q}{2\pi f C} \right) (2A_0 + 1)$$

Nyní vypočítejte  $C_3$ :

$$C_3 = \frac{C}{A_0}$$

a pak  $R_1$ :

$$R_1 = \frac{A_0}{2\pi Q f C (2A_0 + 1)}$$

kde  $A_0$  je zesílení obvodu  $IO_1$ ,

$f$  mezní kmitočet horní propusti a  
 $C$  kapacita kondenzátoru  $C_1$  nebo  $C_2$  (jsou stejné).

Časová konstanta  $C_4 R_3$  musí být větší než pětinašobek typické periody změny vstupní

ho signálu, její přiměřená velikost by měla být půl sekundy až několik sekund.

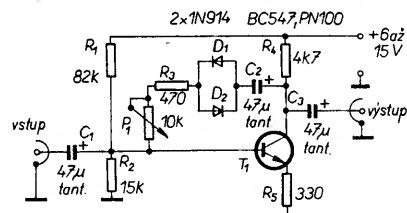
Zesílení  $IO_3$  je nastaveno poměrem  $R_8$  k  $R_7$ . Měl by to být pouze oddělovací stupeň se zesílením asi dvě, pokud je to však požadováno, může být zesílení podstatně větší. Vstup a výstup může vyžadovat kapacitní vazbu.

Zapojení je napájeno z jednoho napájecího napětí (5 až 15 V).

### Nízkofrekvenční omezovač (Speech compression)

Pro omezení dynamického rozsahu nízkofrekvenčního signálu – často efektivně používaného v systémech místního rozhlasu a vysílacích – se používá stupeň s řízeným nebo omezeným zesílením.

Zesilovací stupeň s řízeným zesílením je již v principu složitější, než stupeň s omezením zesílení, nebo popř. omezovač. Nejjednodušší omezovače používají paralelní dvojici diod, zapojených proti sobě (antiparalelně) pro omezení rozkmitu napětí signálu na napětí diody v propustném směru (kolem 0,6 V). To vede k tomu, že je průběh vstupního signálu oříznut rovně pod vrcholem.



Obr. 9. Nf omezovač

Zapojení na obr. 9 používá pár antiparalelně zapojených diod ve zpětnovazební cestě jednostupňového tranzistorového zesilovače. Potenciometr  $P_1$  umožňuje do jisté míry měnit charakteristiku omezení od mírných změn až po změny podstatné. Při nastavení potenciometru (proměnného rezistoru) na minimum odporu se dosáhne podstatného omezení, nastavení na maximum odporu vede k „měkkému“ omezení.

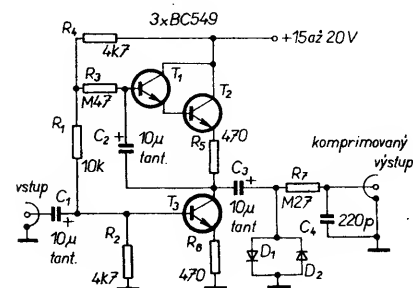
Všimněte si, že zesílení stupně je možné měnit změnou poměru  $R_4$  k  $R_5$ . Za tímto stupněm by měla následovat dolní propust pro zeslabení harmonických, generovaných při procesu omezování. Jako kondenzátory je nejlépe použít tantalové elektrolytické typy, je však možné použít i jiné typy s co nejmenším svodem. Jako tranzistor  $T_1$  může být použit běžný tranzistor pro malé signály. Tento obvod by měl být zapojen přímo za mikrofonní zesilovací stupeň.

### Logaritmický kompresor

Zatímco omezovače omezují dynamický rozsah nízkofrekvenčního signálu po dosažení určité úrovně, zesilovač s charakteristi-

kou vstup/výstup, která se blíží logaritmické křivce, dosahuje postupného omezování signálu v širokém dynamickém rozsahu, což vede k „měkčí“ charakteristice komprese.

Zapojení na obr. 10 má velmi dobrou logaritmickou charakteristiku v dynamickém rozsahu kolem 60 dB. Dvojice antiparalelně zapojených diod je buzena proudovým generátorem, což vede k téměř dokonalé logaritmické přenosové charakteristice. Nejlepších výsledků se dosáhne při výběru diod tak, aby měly stejné charakteristiky v propustném směru.



Obr. 10. Logaritmický kompresor

Jako polarizované kondenzátory je možné použít tantalové elektrolytické kondenzátory nebo elektrolytické kondenzátory s malým svodem. Obvod  $R_7 C_4$  tvoří dolní propust. Tento stupeň by měl být zapojen přímo za mikrofonní zesilovačem.

### Modulátor pro klíčování kmitočtovým posuvem (AFSK)

Posuv kmitočtu nízkofrekvenčního oscilátoru mezi dvěma kmitočty je rozsáhle používanou technikou pro modulování vysílacích signálů radiodálhopisem nebo paketového rádiového přenosu dat. Tato technika se běžně nazývá „audio frequency-shift keying“, nebo AFSK. Pro velikost posuvu se používají různé standardy, běžný je posuv 170 Hz. Popisované zapojení vyhoví právě pro tento zdvih.

Dvojice kvalitních dvojitých operačních zesilovačů s vnitřní kompenzací (zjednodušení zapojení) je zapojena jako oscilátor a filtr (obr. 11). Kmitočet oscilátoru se posouvá přepínáním odporu v obvodu oscilátoru.

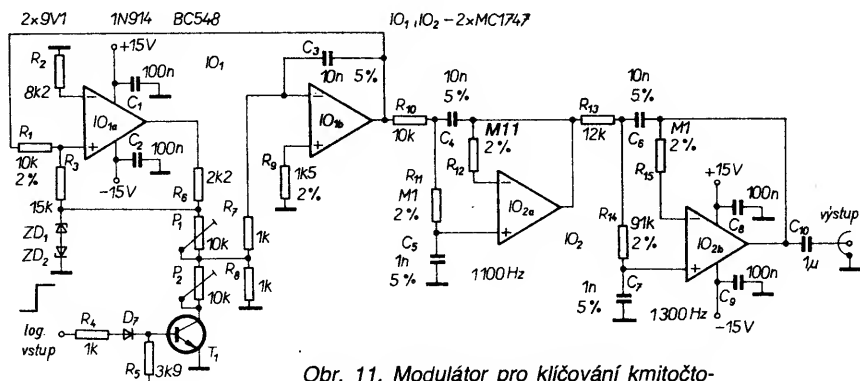
Oscilátor je zapojen s dvěma operačními zesilovači integrovaného obvodu  $IO_1$  a příslušnými součástkami. Odpor ve zpětnovazební cestě se mění zapínáním a vypínáním tranzistoru  $T_1$ ;  $T_1$  je přepínán vstupem s logickými úrovněmi (méně než 0,8 V odpovídá stavu log. 0, více než 2 V odpovídá stavu log. 1).

Oběma odporovými trimry se nastavuje nižší, případně vyšší kmitočet. Nastavení se poněkud vzájemně ovlivňují.

Filtry jsou nastaveny na 1100 Hz a 1300 Hz, což vyhovuje pro posuv 170 Hz, přičemž se kmitočet oscilátoru mění mezi těmito dvěma kmitočty (řekněme 1300 Hz a 1130 Hz). Záleží na posuvu, ne na skutečných kmitočtech, protože tento modulátor je určen pro použití ve vysílaci SSB.

Kondenzátory  $C_3$  a  $C_7$  musí být kvalitní metalizované polyesterové nebo polypropylenové kondenzátory. Důležité rezistory





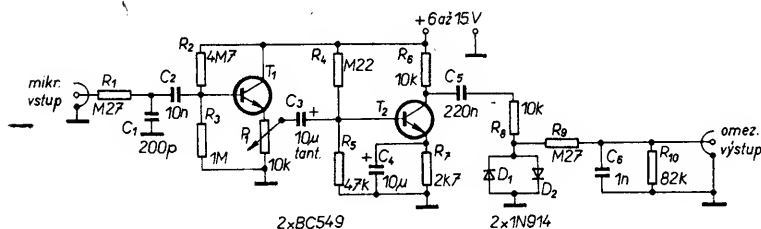
Obr. 11. Modulátor pro klíčování kmitočtovým posuvem (AFSK)

v oscilátoru a filtrech jsou rezistory s kovovou vrstvou s přesností 1 nebo 2 %.

### Nízkofrekvenční omezovač

Omezovače se používají k omezení maximální úrovně signálu, nízkofrekvenčních zařízení, u magnetofonů, vysílačů nebo i např. místního rozhlasu. Ačkoli omezovače obvykle způsobují určité zkreslení signálu, mohou zlepšit srozumitelnost řeči tím, že omezují dynamický rozsah. Je pozoruhodné, jak může být tato technika jednoduchá.

Pro omezení kladných a záporných špiček nízkofrekvenčního signálu se používají dvě diody v antiparalelním zapojení ( $D_1$  a  $D_2$ ), obr. 12. Před omezovačem je zapojen

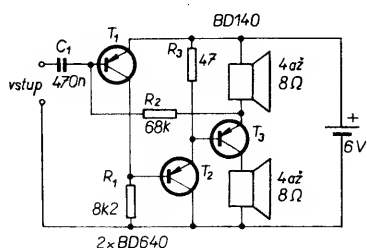


Obr. 12. Nf omezovač

dvoustupňový tranzistorový předzesilovač. Potenciometrem  $P_1$  se nastavuje zesílení. Na vstupu je zapojena dolní propust s  $R_1$ ,  $C_1$ , která zabráňuje vzniku rušení v signálu. Také na výstupu je dolní propust  $R_9$ ,  $C_6$ , zeslabující signály harmonických kmitočtů, které v omezovači vznikají.

### Skutečně jednoduchý nízkofrekvenční zesilovač

Tento jednoduchý nízkofrekvenční výkonný zesilovač poskytuje výstupní výkon kolem jednoho wattu při napájecím napětí 6 V (obr. 13). Potřebujete k tomu však dva repro-



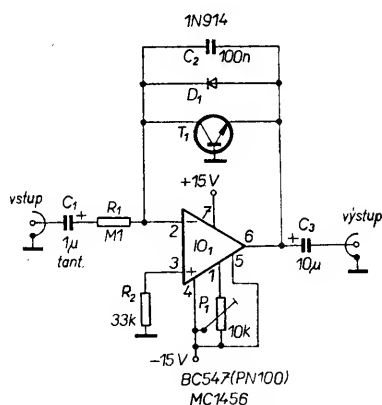
Obr. 13. Jednoduchý nf zesilovač

duktory. Zesilovač je ideální pro malá bateriová zařízení, u nichž mohou být použity malé reproduktory o průměru asi 50 mm, určené pro tranzistorové přijímače.

Tranzistor BD140 ( $T_3$ ) je třeba upevnit na malý chladič. Odpor rezistoru  $R_1$  je třeba zvolit tak, aby se na obou reproduktorech dosáhlo stejného úbytku napětí (asi 1,5 V). Plného výstupního výkonu se dosáhne s reproduktory o impedanci 4  $\Omega$ , při impedanci 8  $\Omega$  je výkon zhruba poloviční.

### Další logaritmický kompresor

Jiný způsob, jak dosáhnout logaritmického průběhu charakteristiky vstupní/výstupní signál u zesilovacího stupně (který může být



Obr. 14. Další logaritmický kompresor

použit snad i jako kompresor), je zřejmý ze zapojení na obr. 14. Přechod tranzistoru mezi bází a emitorem má logaritmickou charakteristiku, které se zde využívá.

Tranzistor je zapojen ve zpětnovazební cestě operačního zesilovače. Je možné použít většinu běžných křemíkových tranzistorů pro malé signály. Dioda  $D_1$  omezuje rozkmit výstupního napětí. Potenciometr (odporový trimr)  $P_1$  se používá k nastavení výstupního offsetu operačního zesilovače na nulu.

### Budič pro několik nf zesilovačů

Pro buzení několika zesilovačů nebo nf zařízení z jednoho zdroje signálu je třeba

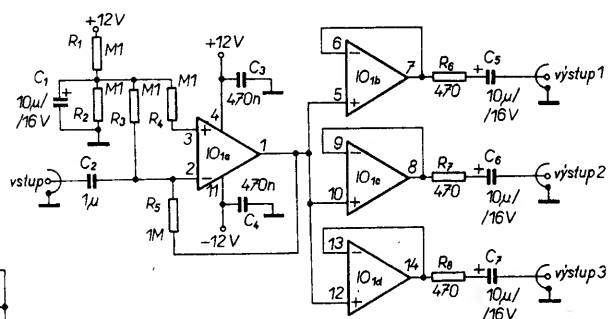
oddělit zdroj signálu oddělovacím zesilovačem a vzájemně izolovat podřízené nf zesilovače.

V navrženém zapojení (obr. 15) se používá čtyřice operačních zesilovačů se vstupem s FET pro získání tří výstupů z jednoho zdroje. V originálu byl použit populární operační zesilovač TL074 (nebo LF347). Jeden z operačních zesilovačů tohoto integrovaného obvodu je použit jako vstupní oddělovací zesilovač, další tři jsou zapojeny jako sledovače napětí. Proti zkratu na výstupu operačních zesilovačů  $IO_{1b}$  až  $IO_{1d}$  jsou použity rezistory  $R_6$ ,  $R_7$  a  $R_8$ .

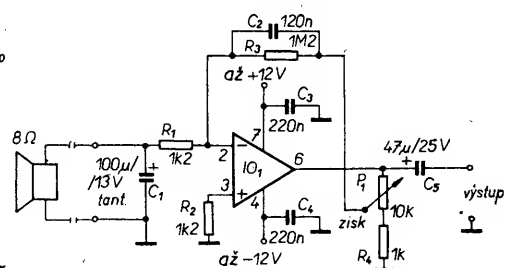
### Předzesilovač pro stetoskop

Chcete si poslechnout zvukový doprovod „činnosti srdce“? Je to jednoduché, s použitím malého reproduktoru o průměru 50 mm pro tranzistorové přijímače jako mikrofonu a se zesilovačem s velkým zesílením na nízkých kmitočtech za současného potlačení signálů v kmitočtů, získáte podle obr. 16 velmi účinný předzesilovač pro „stetoskop“, který se zapojí před běžný nf zesilovač (do kteréhokoli vstupu nf zesilovače).

Potenciometr  $P_1$  se používá k regulaci zesílení. Kondenzátor  $C_1$  potlačuje signály vysokých kmitočtů z „reproduktorového“ mikrofonu,  $C_2$  omezuje zesílení operačního zesilovače na vyšších kmitočtech. Výstup je možné zapojit nejlépe do vstupu běžného nízkofrekvenčního zesilovače pro magneto-



Obr. 15. Budič pro několik nf zesilovačů

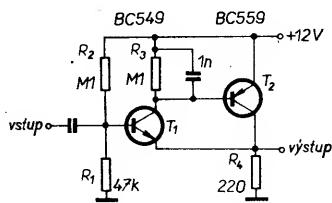


Obr. 16. Předzesilovač pro stetoskop

fon, nebo do pomocného univerzálního vstupu; jako OZ lze použít v podstatě libovolný typ (např. 741).

### Oddělovací zesilovač s malou výstupní impedancí

Tento jednoduchý oddělovací zesilovač má středně velkou vstupní impedanci a velmi malou výstupní impedanci. Komplementární pár tranzistorů n-p-n – p-n-p je zapojen jako přímo vázaný zesilovač se společným emitorem (obr. 17). To znamená velkou vstupní impedanci na bázi  $T_1$  a velmi malou výstupní

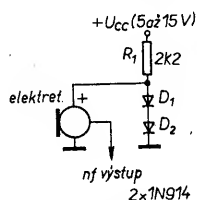


Obr. 17. Oddělovací zesilovač s malou výstupní impedancí

impedanci na rezistoru  $R_4$  působením společné zpětnovazební cesty. Kondenzátor 1 nF rozšiřuje šířku pásma. Vstupní vazební kondenzátor může být zvolen tak, aby vyhověl dané aplikaci (volí se vzhledem ke kmitočtu vstupního signálu). Může být v rozsahu desítek nF až jednotek  $\mu F$ . Horní kmitočtová mez charakteristiky je v oblasti MHz.

### Předpětí pro elektretovou mikrofonní vložku

K získání předpětí pro elektretovou mikrofonní vložku mohou být použity dvě diody, polarizované v propustném směru, podle obr. 18. Tyto vložky mají obvykle tři vývody

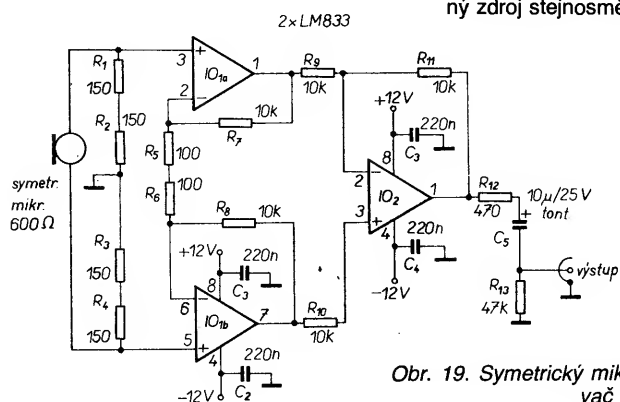


Obr. 18. Předpětí pro elektretovou mikrofonní vložku

– ty je třeba identifikovat a pak lze připojit obvod předpětí podle obrázku. Nízkofrekvenční výstupní signál se získává ze třetího vývodu.

### Symetrický mikrofonní předzesilovač

Integrovaný obvod National Semiconductor LM833, dvojitý velmi výkonný operační zesilovač s malým šumem, je ideální pro symetrický mikrofonní předzesilovač. Příklad jeho zapojení na obr. 19 je vhodný pro typický symetrický mikrofon s impedancí 600  $\Omega$ . Zesilovač má zisk kolem 40 dB. Další operační zesilovač (jedna polovina druhého obvodu LM833) je zapojen jako výstupní operační zesilovač ( $IO_{2A}$ ). Rezistor  $R_{12}$  chrání před zkraty na výstupu. K dosažení co nejmenšího šumu se doporučuje použít v obvodu rezistory s kovovou vrstvou.



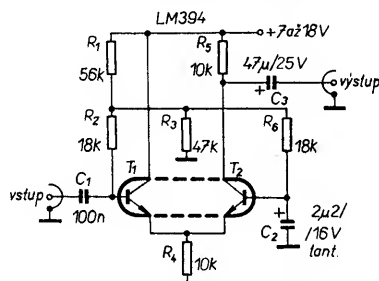
Obr. 19. Symetrický mikrofonní předzesilovač

### Nízkofrekvenční omezovač se zlepšenou symetrií

Problémem většiny nízkofrekvenčních omezovačů signálu je to, že generují pronikavé signály harmonických kmitočtů, což je způsobeno mimo jiné nesymetrickým charakterem většiny obvodů. Zapojení na obr. 20 uvedené nedostatky překonává použitím zvláště dobře přizpůsobené dvojice tranzistorů v obvodu LM394.

Tento obvod má oba tranzistory na jediné křemíkové destičce, což zajišťuje velmi dobrý souběh charakteristik. Tranzistor  $T_1$  je zapojen jako vstupní stupeň, pracující se společným kolektorem.  $T_2$ , jako výstupní stupeň, pracuje v zapojení se společnou bází. V tomto uspořádání vede přebuzení vstupu k symetrickému omezení signálu. Rezistory  $R_1$  a  $R_3$  tvoří dělič pro předpětí,  $R_2$  a  $R_6$  jsou rezistory, izolující báze. Obvod má jednotkové zesílení. Vstupní impedance je relativně značná.

Tranzistorová dvojice odpovídá tuzemskému výrobku z řady KC810 (510).

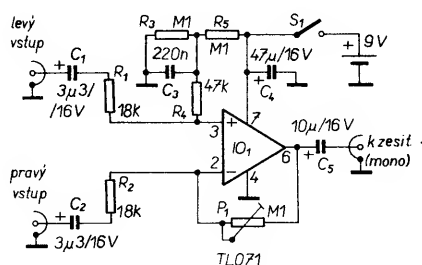


Obr. 20. Nf omezovač se zlepšenou symetrií

### Potlačení hlasu zpěváka

Chtěli byste si zazpívat s vaším oblíbeným souborem, ale vadí vám v tom jeho zpěvák? S použitím zapojení na obr. 21 se můžete zpěváka zbavit. Zapojení je založeno na tom, že při stereofonním záznamu bývá zpěvák slyšet zpravidla ze středu mezi reproduktory, což znamená, že do obou kanálů je přiváděn stejný signál. Zpracujte tedy signály obou kanálů v zesilovači se zapojením podle obr. 21 a výstupní signál přiveďte nazpět do svého zesilovače v monofonním režimu – zpěvák zmizí!

Abyste nebylo nutné používat zdroj se symetrickým napětím, je neinvertní vstup  $IO_1$  napájen polovinou napětí zdroje z děliče  $R_3$ ,  $R_5$ . Odporovým trimrem  $P_1$  se nastavuje zpětná vazba tak, aby se dosáhlo maximálního potlačení „středového“ stereofonního signálu. K napájení je možné použít baterii 9 V pro tranzistorové přijímače, nebo libovolný zdroj stejnosměrného napětí 9 V.



Obr. 21. Potlačení hlasu zpěváka

### Hlasitý poslech telefonu

Tento nízkofrekvenční zesilovač umožní dosáhnout při běžném telefonním signálu hlasitosti dostatečné pro reproduktor, při tom však nevyžaduje žádné připojení k telefonnímu přístroji.

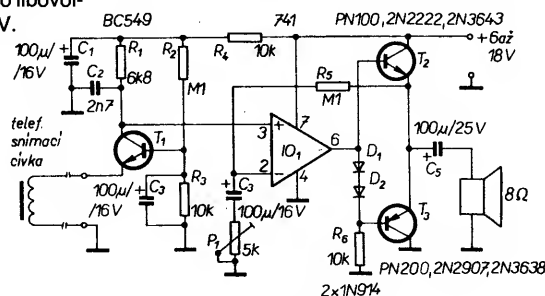
Snímací telefonní cívka, která je v zahraničí běžně k dostání, se upevní na mikrotelefon za sluchátko, nebo na telefonní přístroj v blízkosti linkového transformátoru. Cívku je možné nahradit cívkami ze sluchátek s velkou impedancí starého typu, nebo navinutím cívky s větším počtem závitů (asi 2000 a více) na železné nebo feritové jádro.

Signály indukované do cívky  $L_1$  (obr. 22) jsou zesilovány tranzistorem  $T_1$ , zapojeným jako zesilovač se společnou bází. Jeho kolektor je přímo vázán na neinvertní vstup  $IO_1$ , jehož výstup budí báze komplementárních tranzistorů  $T_2$ ,  $T_3$  výstupního obvodu. Zpětnou vazbu zajišťuje  $R_5$ , zesílení se řídí odporovým trimrem  $P_1$ . Předpětí pro  $T_1$  se odebírá z děliče  $R_2$ ,  $R_3$ . Kondenzátor  $C_3$  zajišťuje střídavé přemostění rezistoru v bázi  $T_1$ . Kondenzátor  $C_2$  zabezpečuje zmenšení vlivu signálů vyšších kmitočtů (omezuje vliv vnějších signálů). Diody  $D_1$  a  $D_2$  zajišťují potřebný rozdíl předpětí pro báze tranzistorů koncového stupně, který pracuje ve třídě B.

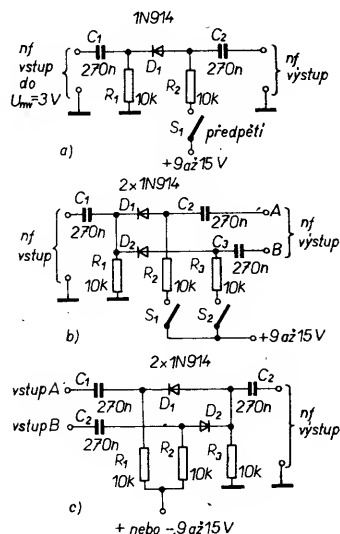
Přístroj může být napájen z libovolného zdroje o napětí od 6 do 18 V. Výstupní výkon je kolem 1 až 1,5 W. Je možné použít vhodný reproduktor 8  $\Omega$ ; při návrhu typu reproduktoru počítejte s tím, že větší reproduktory jsou obvykle účinnější než menší!

### Přepínání nf signálů stejnosměrným napětím

Tři zapojení na obr. 23 ukazují, jak mohou být diody použity pro přepínání nízkofrekvenčních obvodů tam, kde nemůžete, nebo nechcete použít mechanické přepínače. Tyto obvody jsou určeny pro přepínání signálů linkových úrovní (signály mají obecně



Obr. 22. Hlasitý poslech telefonu



Obr. 23. Přepínání nf signálu stejnosměrným napětím

mezivrcholové napětí kolem 1 V, obvykle maximálně 3 V), a impedance jsou střední až malé (10 kΩ nebo menší).

Zapojení na obr. 23a ukazuje, jak přepínat jediný kanál. Při rozpojeném spínači  $S_1$  nemá dioda  $D_1$  žádné předpětí a cesta signálu je tedy přerušena. Nf signál se nedostane na nf výstup. Při sepnutí spínače je  $D_1$  polarizována v propustném směru. Působí jako zkrat a nf signál se dostává na výstup.

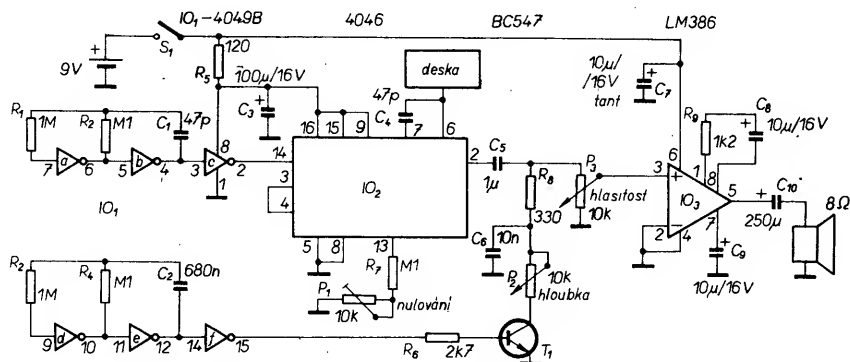
Obvod na obr. 23b ukazuje, jak upravit obvod a pro přepínání jednoho vstupu na jeden ze dvou výstupů, popř. na oba výstupy. Spínače  $S_1$  a  $S_2$  mohou být nezávislé, nebo mohou být nahrazeny jednopólovým dvoupolohovým přepínačem pro přepnutí buď na výstup A, nebo na výstup B.

Obvod na obr. 23c ukazuje, jak je možné přepnout jeden ze dvou vstupů na jeden výstup jednoduchou změnou polarizace použitého předpětí. Když použijete kladné předpětí, bude na výstup připojen vstup B, při použití záporného předpětí je propojen pouze vstup A.

### Zdokonalený „theremin“

Theremin je starý, lépe řečeno starobylý elektronický hudební nástroj, generující zvuky nikoli nepodobné klouzavým hvizdům. Používá dva oscilátory, zpočátku nastavené na stejný, nebo málo odlišný kmitočet – tedy s nulovým záznamem nebo v jeho blízkosti. Kmitočet jednoho z oscilátorů je možné měnit kapacitou ruky – pohyb jedné nebo obou rukou v blízkosti kapacitní elektrody mění kmitočet jednoho z oscilátorů a rozdíl mezi nimi se projevuje jako záznam v nízkofrekvenční oblasti. Ten se pak zesiluje a budí reproduktor. Zdokonalení proti dříve popsanému zapojením spočívá v doplnění obvodu nízkofrekvenčním oscilátorem, jehož signál amplitudově moduluje nf výstupní signál a způsobuje určité vibráto, které zvyšuje „hudební“ zajímavosti výstupního signálu. S trochou šikovnosti a praxe je možné dosáhnout docela zajímavých výsledků.

V tomto zapojení (obr. 24) tvoří stabilní oscilátor obvodu  $IO_{1a}$  a  $IO_{1b}$  integrovaného obvodu 4049. Oscilátor je oddělen obvodem:



Obr. 24. Zdokonalený theremin

$IO_{1c}$ , který přivádí signál na vývod 14 fázevého komparátoru  $IO_2$ , fázevého závěsu 4046. Oscilátor obvodu  $IO_2$  je proměnný oscilátor (VCO), jehož kapacitu, určující kmitočet, tvoří deska, nad kterou budete pohybovat rukou.

Výstup oscilátoru 4049 je připojen na druhý vstup fázevého komparátoru. Výstupní signál se odebírá z vývodu 2  $IO_2$  a vede na následující nf stupeň, používající integrovaný obvod (výkonový zesilovač) LM386, ke kterému je připojen reproduktor. Nulový kmitočet záznamu se nastavuje odporovým trimrem  $P_1$ .

Další oscilátor signálu nízkého kmitočtu používá  $IO_{1d}$  a  $IO_{1c}$  a pracuje jako oscilátor vibráto. Jeho výstup je oddělen obvodem  $IO_{1i}$ , z něj se budí tranzistor  $T_1$ . Ten amplitudově moduluje nízkofrekvenční signál tím, že přemostuje potenciometr nastavení hlasitosti. Hloubka vibráto je nastavována odporovým trimrem  $P_2$ . Kondenzátor  $C_6$  zabraňuje jinak pravouhlé impulsy vibráto k dosažení lepšího efektu.

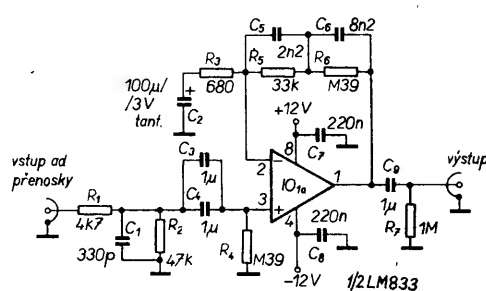
Jako kapacitní elektrodu stačí použít destičku materiálu pro plošné spoje čtvercového tvaru o rozměru strany několik centimetrů. Je zde určitá možnost experimentování: Je také možné použít malou teleskopickou anténu. Celá jednotka je napájena z baterie 9 V pro tranzistorové přijímače. K dosažení co nejlepších akustických vlastností je třeba použít reproduktor co největších rozměrů, přenášející co nejširší akustické pásmo.

### Předzesilovač RIAA pro magnetodynamickou přenosku

Výborný předzesilovač pro magnetodynamickou přenosku je možné sestavit s použitím dvojitého operačního zesilovače typu LM833 National Semiconductor. Zapojení je jednoduché, používá běžné dostupné součástky a křivku RIAA dodržuje s tolerancí plus nebo minus 2 dB v kmitočtovém rozsahu od 30 Hz do 15 kHz. Vstupní citlivost je 3,2 mV, k přetížení dochází při 133 mV (obr. 25).

Použijete rezistory s kovovou vrstvou (1 %), kondenzátory by měly být jakostní pokovené, polyesterové nebo polypropylenové, na 50 V) obecně co nejmenších rozměrů. Protože kondenzátory s kapacitou větší než 1  $\mu$ F jsou velké, drahé a hůře se shánějí, byly na vstupu použity dva kondenzátory 1  $\mu$ F, zapojené paralelně. Všimněte si, že  $C_2$  je tantalový. Člen  $R_1C_1$  zajišťuje na vstupu potlačení vř rušení.

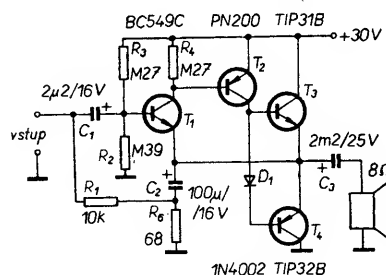
LM833 je dvojitý operační zesilovač, jeho druhá polovina je použita pro druhý kanál.



Obr. 25. Předzesilovač RIAA pro magnetickou přenosku

### Nf zesilovač o výkonu 10 W

Jde o velmi jednoduchý, hospodárný nf výkonový zesilovač, dávající výkon 10 W, s minimálním počtem součástek (obr. 26). Výstupní obvod používá komplementární výstupní tranzistory, které mají poněkud menší předpětí. Přechodové zesílení, které by jinak bylo značné, se vyrovnává silnou zápornou zpětnou vazbou, zavedenou rezistorem  $R_5$ .



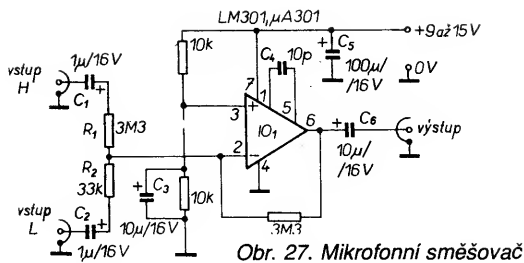
Obr. 26. Nf zesilovač s výkonem 10 W

Použité tranzistory  $T_3$  a  $T_4$  mají „destičkové“ pouzdro a musí být upevněny na malém chladiči. Jejich konstrukce umožňuje upevnit je jedním šroubem. Dioda  $D_1$  může být přitmelena mezi ně, aby zajišťovala dobrou teplotní zpětnou vazbu (i když menší předpětí koncových tranzistorů  $T_3$  a  $T_4$  pomáhá zabránit přehřátí).

### Mikrofonní směšovač

Tímto jednoduchým obvodem můžete směšovat signál o vysoké úrovni s mikrofonním signálem (o nízké úrovni) a výstup přivádět do nf zesilovače. Vstup pro vysokou úroveň (H) má mezi vstupem a výstupem jednotkové zesílení, zatímco vstup pro nízkou úroveň (L) má zesílení 100 (obr. 27).



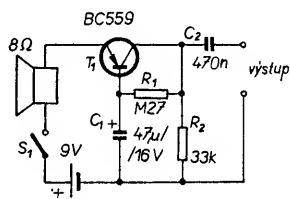


Obr. 27. Mikrofonní směšovač

Aby se předešlo potřebě symetrického napájení, neinvertující vstup IO<sub>1</sub> dostává předpětí rovné polovině napájecího napětí, které je blokováno kondenzátorem C<sub>3</sub>. Kondenzátory C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> a C<sub>6</sub> zajišťují střídavou vazbu. Kondenzátor C<sub>4</sub> kompenzuje IO<sub>1</sub>, C<sub>5</sub> je určen pro filtraci napájecí sběrnice. Zapojení může být napájeno z baterie 9 V pro tranzistorové přijímače (nezapomeňte na spínač!).

### Reproduktor jako mikrofon

Malý reproduktor o průměru 50 mm můžete použít jako mikrofon, když si zhotovíte jednoduché zapojení předzesilovače podle obr. 28.

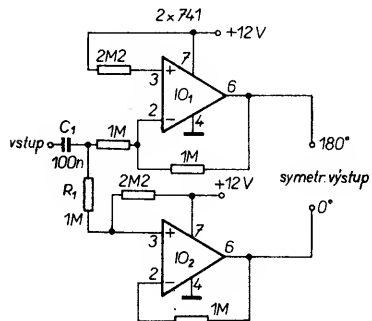


Obr. 28. Reproduktor jako mikrofon

Tranzistor T<sub>1</sub> je zapojen jako zesilovač s uzemněnou bází, přičemž reproduktor je zapojen do emitoru. Výstup je kapacitně vázán z kolektoru. Zapojení pracuje pozoruhodně dobře!

### Fázový invertor s operačními zesilovači

Pokud navrhujete obvod nf zesilovače, kde je třeba použít fázový invertor a máte dostatek integrovaných operačních zesilovačů, zkuste zapojení na obr. 29. Má jednotkové zesílení pro oba výstupy a rovnoměrnou fázovou inverzi v celém nízkofrekvenčním pásmu. Může být použit dvojitý operační zesilovač, nebo dva operační zesilovače ze čtveřice v jednom pouzdru. Napájecí napětí může být libovolné v rozmezí pracovních napětí použitého typu operačních zesilovačů. Výstup by měl být vázán kapacitně.



Obr. 29. Fázový invertor s operačními zesilovači

Obr. 30. Generátor nf růžového šumu

### Generátor nf růžového šumu

Zdroj růžového šumu, což je speciálně filtrovaný bílý šum, je široce používán při zkoušení v nf oblasti a je zvláště vhodný pro zjišťování vad reproduktorů, problémů akustiky místností, atd.

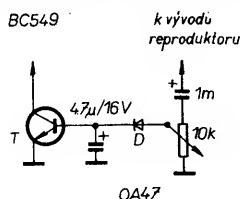
Stejně jako v generátoru bílého šumu se (obráz. 30) jako zdroj šumu používá opačně polarizovaný přechod emitor-báze tranzistoru. Z T<sub>1</sub>, se zde používá opačně polarizovaný přechod E-B, který je součástí obvodu báze T<sub>2</sub>, zesilovacího stupně se společným emitorem. Výstup z kolektoru T<sub>2</sub> se přivádí na neinvertující vstup IO<sub>1</sub>. Zpětnovazební obvod tohoto operačního zesilovače vytváří komplexní kmitočtovou charakteristiku, požadovanou pro dosažení růžového šumu na jeho výstupu.

Zapojení je napájeno ze zdroje ±12 V. Kondenzátor C<sub>2</sub> zajišťuje filtraci napájení pro T<sub>2</sub>, C<sub>1</sub> uzavírá „střídavě“ obvod zdroje šumu T<sub>1</sub>.

### Jednoduché nízkofrekvenční AVC

Tento obvod (obráz. 31) můžete doplnit k řadě nf výkonových zesilovačů, jako na příklad v přijímačích, aby se dosáhlo určitého automatického řízení hlasitosti pro udržení konstantnější úrovně nf výstupu.

Signál z reproduktoru se přivádí přes kondenzátor 1000 μF (= 1 mF) na potenciometr 10 kΩ, je usměrňován diodou D a výsledné ss napětí se přivádí na bázi tranzistoru T.

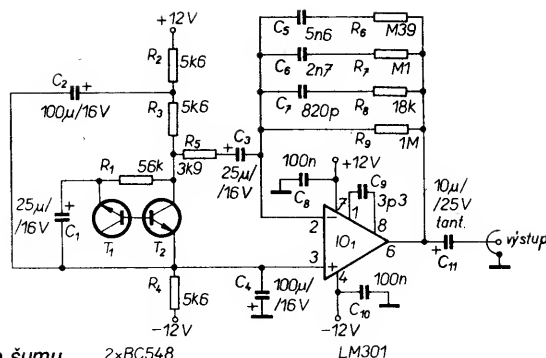


Obr. 31. Jednoduché nf AVC

Usměrněný nf signál se mění v souladu se změnami hlasitosti nf signálu. Tím se mění proud báze tranzistoru T a tím i odpor mezi jeho kolektorem a zemí, čímž se potenciometr hlasitosti „přemosťuje“ více při hlasitějších signálech a méně při signálech tiších. Tak je možné udržovat konstantnější nf úroveň. Kondenzátor 47 μF zajišťuje určité zpoždění, aby náhlá hlasitá pasáž po předcházející tiché nebyla reprodukována příliš hlasitě.

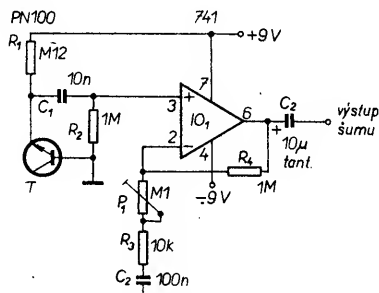
### Generátor nf bílého šumu

Bílý šum se používá v obvodech generátorů elektronické hudby a zvukových efektů, stejně jako pro některé metody zkoušení v nízkofrekvenční oblasti.



Opačně polarizovaný přechod emitor-báze tranzistoru je dobrým zdrojem bílého šumu, ale dává signál velmi nízké úrovně (řádu milivoltů). V zapojení podle obr. 32 se do emitoru tranzistoru T<sub>1</sub> přivádí předpětí přes rezistor R<sub>1</sub>. Vzniklé šumové napětí je kapacitně vázáno na neinvertující vstup IO<sub>1</sub>, který je zesiluje. Odporovým trimrem P<sub>1</sub> se nastavuje zesílení (maximální zesílení je 100).

I když je ve schématu uvedeno napájecí napětí ±9 V, může být (především vzhledem k typu T) použito napětí od 6 V až do 15 V.

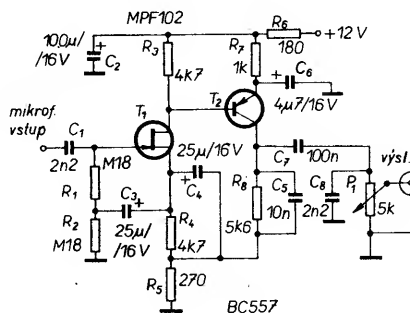


Obr. 32. Generátor nf bílého šumu

### Mikrofonní zesilovač s charakteristikou přizpůsobenou řeči

Při hovorové komunikaci zlepší úprava charakteristiky předzesilovače za mikrofonem srozumitelnost hovoru a zmenší snímání šumu pozadí, ovlivňujícího užitečný signál.

Obvod podle obr. 33 zajišťuje požadovaný sklon charakteristiky pod 300 Hz a nad 2 kHz. Signály vyšších kmitočtů jsou potlačovány mnohem rychleji, než signály nízkých kmitočtů.



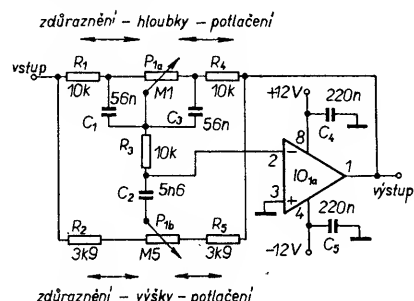
Obr. 33 Mikrofonní zesilovač s charakteristikou přizpůsobenou řeči

Vstupní obvod používá JFET (aby se dosáhlo velké vstupní impedance), ten je přímo vázán s tranzistorem  $T_2$ , zesilovacím stupněm se společným emitorem, který má zavedenu zpětnou vazbu do emitorového děliče  $T_1$ . Zapojení je napájeno napětím +12 V a je vhodné pro použití s dynamickými mikrofony o malé nebo i velké impedanci. Použití mikrofónu s malou impedancí může však vyžadovat dodatečně zapojit vhodný rezistor na vstupním konektoru. Potenciometr  $P_1$  umožňuje nastavit vhodnou výstupní úroveň.

### Obvod tónové korekce

Vynikající stereofonní obvod pro nastavení tónových korekcí je možné sestavit s jediným obvodem LM833. Tento dvojitý operační zesilovač, k jehož přednostem patří malý šum i zkreslení, je pro takovou aplikaci ideální.

Toto zapojení používá konvenční filtry pro zdůraznění nebo potlačení hloubek a výšek, ve schématu (obr. 34) je uvedena polovina stereofonního zapojení. Potenciometry  $P_1$  a  $P_2$  jsou dvojité.



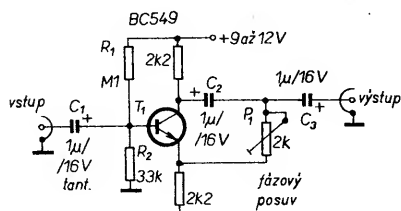
Obr. 34. Obvod tónové korekce

Bod zlomu charakteristiky (3 dB) pro zdůraznění/potlačení (přibližně 17 dB) je na kmitočtu 30 Hz.

Bod zlomu charakteristiky (3 dB) pro zdůraznění/potlačení výšek je na kmitočtu asi 1 kHz, maximální zdůraznění/potlačení (přibližně 17 dB) je na kmitočtu 10 kHz.

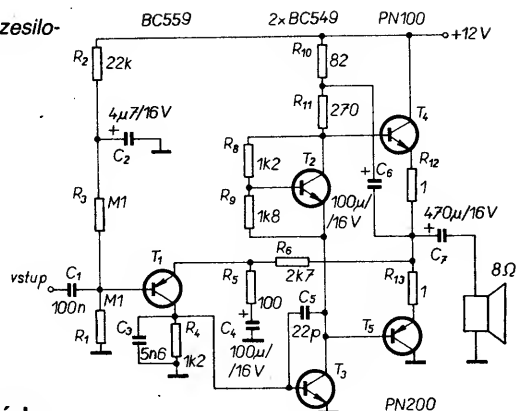
### Obvod fázového posuvu

Experimentovat s efekty fázového posuvu v nf oblasti může být velmi zajímavé:  $T_1$  na obr. 35 je zapojen jako fázový invertor, se vstupním signálem přivedeným do báze. Oba výstupy jsou vzájemně propojeny přes  $C_2$  a  $P_1$ , přičemž výstupní signál je odebrán ze společného bodu přes kondenzátor  $C_3$ . Změna nastavení běžce potenciometru  $P_1$  posouvá fázi zpracovávaného signálu, tj. zpožďuje či urychluje fázi.



Obr. 35. Obvod fázového posuvu

Obr. 36. Jednoduchý tranzistorový nf zesilovač



### Jednoduchý tranzistorový nízkofrekvenční zesilovač

Tento jednoduchý tranzistorový nf zesilovač (obr. 36) může poskytnout výstupní výkon až 1,5 W, a to při použití běžných tranzistorů a bez použití chladiče. Má malé zkreslení a dobrou kmitočtovou charakteristiku. Je ideální pro použití v přijímačích a také jako dělný zesilovač.

Výstupní obvod tvoří komplementární dvojice, potřebné předpětí pro provoz tranzistorů  $T_4 - T_5$  vytváří  $T_2$ . Tranzistor  $T_3$  zajišťuje většinu zesílení, tranzistor  $T_1$  se zavedenou zpětnou vazbou zabezpečuje základní „vstupní“ zesílení. Kondenzátor  $C_6$  udržuje napětí na rezistoru  $R_8$  na téměř konstantní úrovni, aby se udržel konstantní proud tranzistorem  $T_2$  (a tím také předpětí). Tranzistory  $T_2, T_4$  a  $T_5$  jsou přitmeleny epoxidem na kousek hliníkového plechu o rozměru několika cm.

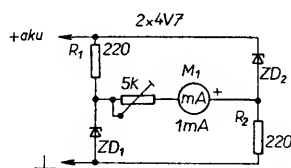
Citlivost pro výstup 1,5 W je efektivní napětí 1 V. Pro napájení může být použit zdroj napětí 9 až 15 V, při menším napětí se ovšem dosáhne menšího výkonu.

Koncové tranzistory by bylo možné nahradit našimi typy KC639/640.

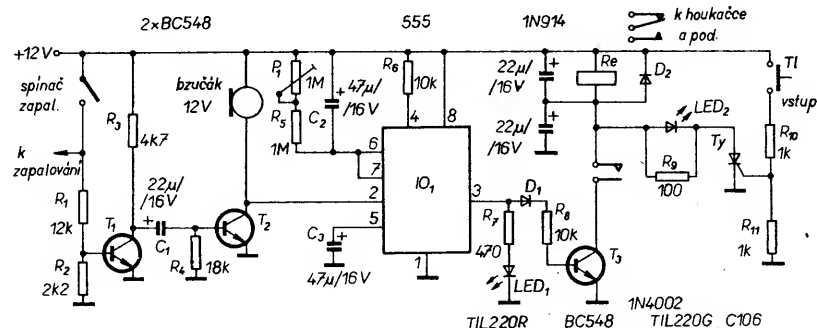
### ZAPOJENÍ PRO MOTORISTY

#### Voltmetr pro kontrolu autobaterie

V tomto zapojení (obr. 37) lze na stupnici měřidla s citlivostí 1 mA číst napětí mezi 10 a 15 V, takže je možné kontrolovat dobrý stav autobaterie.



Obr. 37. Voltmetr pro kontrolu autobaterie



Obr. 38. Automatické zapínání poplachového zařízení v autě

Dvě Zenerovy diody tvoří protilehlé větve můstku, v jehož úhlopříčce je zapojeno měřidlo. Dokud bude vstupní napětí menší než asi 10 V, neprotéká větve můstku žádný proud. Proud měřidlem pak závisí na vstupním napětí. Maximální napětí, které lze číst na stupnici, se nastavuje odporovým trimrem 5 kΩ. Malý počet použitých součástek umožňuje upevnit je přímo na vývody měřidla na zadní části jeho pouzdra.

### Automatické zapínání poplašného zařízení v automobilu

Žádné zabezpečovací poplašné zařízení v automobilu není nic platné, když je nezapnete! Toto zjištění vedlo ke konstrukci automatického uvedení zabezpečení automobilu do pohotovostního stavu s potřebným zpožděním při vstupu i odchodu.

Když vstoupíte do vozu se zapnutým zabezpečovacím zařízením (obr. 38), stisknete tlačítko  $T_1$ . Tím se zapne tyristor  $T_y$  (který zůstane sepnut), rozsvítí se dioda  $LED_2$  a sepnou relé. Protože kontakty relé sepnuté v klidovém stavu uvádějí zabezpečovací zařízení do pohotovosti, sepnuté kontakty tlačítka zajišťují, že poplach nevznikne.

Když se zapne zapalování, otevře se tranzistor  $T_1$  a  $C_1$  se vybije. Integrovaný obvod 555 je blokován, protože jeho vývod 2 je přes piezoelektrický bzučák připojen ke kladnému napájecímu napětí.

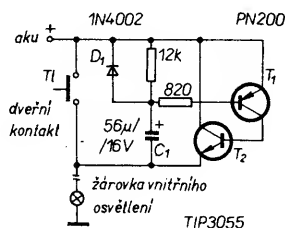
Když se spínač zapalování vypne, tranzistor  $T_1$  se uzavře a  $C_1$  se nabíjí přes  $R_3$  – otevře se  $T_2$ . Zmenšující se kolektorové napětí spustí obvod 555 a bzučák zazní po dobu asi jedné sekundy, než se nabije  $C_1$ . To upozorňuje na to, že poplašné zařízení je v pohotovostním stavu.

Když začne pracovat  $IO_1$ , jeho výstup nabývá kladné velikosti,  $LED_1$  se rozsvítí. Otevře se  $T_3$ , sepnou relé a odpojí se napájecí

sondy tyristoru  $T_y$ , který přestane vést. Relé zůstane sepnuto po dobu, která je stanovená nastavením potenciometru  $P_1$ . Když  $IO_1$  dokončí svůj časovací cyklus, napětí na jeho vývodu se zmenší, dioda LED<sub>1</sub> zhasne, tranzistor  $T_3$  se uzavře a odpadne kotva relé. Poplašné zařízení je uvedeno do stavu pohotovosti kontakty relé, sepnutými v klidovém stavu.

### Vnitřní osvětlení vozu se zpožděným vypnutím

Připojte toto jednoduché zapojení (obr. 39) paralelně k vnitřnímu osvětlení a dosáhnete toho, že světlo bude svítit ještě asi 20 sekund po otevření či zavření dveří, což je výhodné pro nalezení klíčů, vyjmutí zavazadel atd.



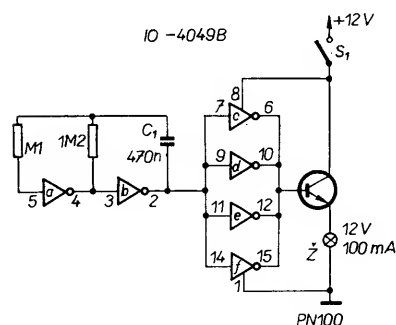
Obr. 39. Vnitřní osvětlení vozu se zpožděným vypnutím

Při otevření dveří se sepnou dveřní spínač a vnitřní osvětlení se rozsvítí. Tim je časovací obvod zkratován. Když pak dveře zavřete, kondenzátor  $C_1$  se bude pomalu nabíjet a bude dodávat proud báze pro tranzistor  $T_1$ , udržující v sepnutém stavu  $T_2$ , dodávající proud protékající žárovkou. Když se  $C_1$  dostatečně nabije, zmenší se proud protékající tranzistorem  $T_1$ , tranzistor  $T_2$  se uzavře a žárovka vnitřního osvětlení přestane svítit.

Jako tranzistor  $T_1$  lze použít např. tuzemský typ KF517 nebo KFY16, 18, popř. KC640.

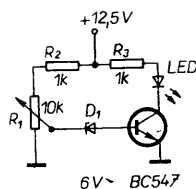
### Imitace poplašného zařízení

Instalování blikající indikační žárovky na přístrojové desce automobilu může odradit potenciální zloděje automobilů tím, že vzbudí dojem, že vůz je chráněn zabezpečovacím zařízením.



Obr. 40. Imitace poplašného zařízení

V zapojení (obr. 40) je použit integrovaný obvod se šesti invertory (4049), z nichž dva jsou zapojeny jako dvoustupňový generátor. Výstup generátoru budí ostatní čtyři paralelně zapojené invertory, jejichž výstupní signál ovládá činnost tranzistoru, zapínajícího a vypínajícího žárovku. Imitace poplašného zařízení se zapíná spínačem. Ideální k tomuto účelu je tlačítkový spínač. Některé



Obr. 41. Indikátor stavu autobaterie

typy spínače mají navíc vestavěnou žárovku a jsou tedy pro tuto aplikaci velmi vhodné.

### Indikátor stavu automobilové baterie

Tento velmi jednoduchý indikátor (obr. 41) stavu automobilové baterie nevyžaduje sledovat ručku měřidla. Obvod se nastavuje tak, že se na vývod určený pro připojení autobaterie přivede napětí – řekněme 12,5 V (podle údaje DMM nebo jiného spolehlivého měřicího přístroje) a potenciometr  $P_1$  se nastaví tak, aby dioda LED svítila. Zmenší-li se napětí v palubní síti pod tuto úroveň, Zenerova dioda přejde do nevodivého stavu, tím se přeruší proud do báze tranzistoru. Přestane protékat kolektorový proud a dioda LED zhasne.

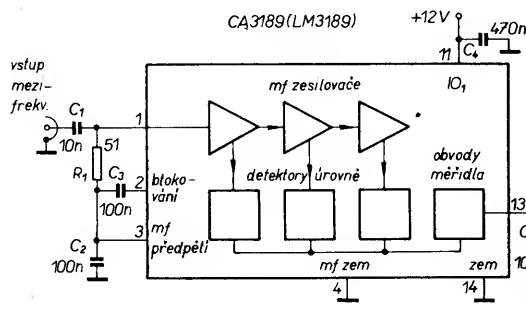
Pokud nebude dioda (nejlépe je umístit ji na přístrojovou desku) svítit, počítejte s potížemi při provozu auta. Nejvhodnější barvou LED je zelená. Jako potenciometr  $P_1$  je nejvhodnější použít odporový trimr; k jemnému nastavení by bylo vhodné trimr nastavit, změřit jeho odpor a nahradit ho pevným rezistorem v sérii s odporovým trimrem s co nejmenším odporem.

## DISPLEJE A INDIKÁTORY

### S-metr s logaritmickou stupnicí

Mezifrekvenční obvody CA3189 (RCA) nebo LM3189 (National Semiconductor) pro přijímače FM jsou ideálním základem pro S-metr v přijímači. Mají vestavěný třístupňový širokopásmový zesilovač s detektory úrovně pro každý stupeň, který mají stejnosměrné napětí s velmi dobrou logaritmickou charakteristikou pro připojení měřidla.

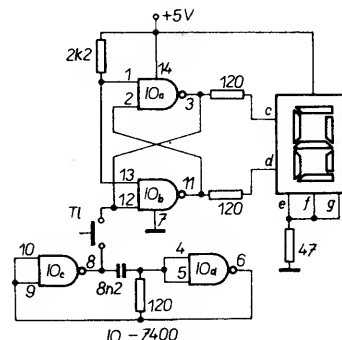
Je to velmi jednoduché! Připojte vstup obvodu (obr. 42) k poslednímu mezifrekvenčnímu stupni přijímače (na malé impedanci). Použijte měřidlo 250  $\mu$ A. Odporový trimr  $P_1$  se nastavuje maximální výchylka ručky měřidla. Kondenzátor  $C_5$  do určité míry vyhlazuje rychlé změny signálu. Všechny přívody součástek musí být co nejkratší.



Obr. 42 S-metr s logaritmickou stupnicí

### Pojďte si hrát!

Uvedené zapojení (obr. 43) má obdobnou funkci jako házení mincí. Sedmisegmentový displej ukazuje po stisknutí tlačítka T buďto „h“ (místo „panny“) nebo „t“ (místo „orla“).



Obr. 43. Pojďte si zahrát!

Zapojení používá integrovaný obvod typu 7400 se čtyřicí hradel NAND. Klopný obvod je sestaven z hradel  $IO_{1a}$  a  $IO_{1b}$ . Displej má trvale zapnuté segmenty e, f a g. Když je klopný obvod v určitém stavu, je zapnut segment c a displej ukazuje „h“. Při nastavení do opačného stavu, je zapnut segment d a displej ukazuje „t“.

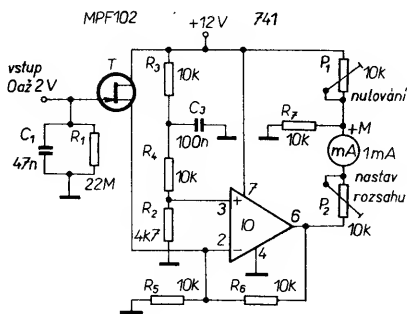
Hradla  $IO_{1c}$  a  $IO_{1d}$  jsou zapojena jako dvoustupňový generátor, pracující na poměrně vysokém kmitočtu. Signálem generátoru se budí klopný obvod takovou rychlostí, že změny na displeji nejsou viditelné, a displej zdánlivě zobrazuje „b“. To znamená, že při přerušeném kontaktu tlačítka  $T_1$  není možné rozeznat momentální stav klopného obvodu. Při každém stisknutí tlačítka se generátor zastaví a displej ukáže „pannu“ nebo „orla“.

Použitý displej je sedmisegmentová číslicovka se společnou anodou.

### S-metr pro přijímač

Jednoduché zapojení na obr. 44 je možné snadno doplnit ke krátkovlnnému (nebo i jinému) přijímači, chceme-li indikovat relativní intenzitu pole. Vstupní signál se odebrá z obvodu AVC, neboť napětí AVC je u většiny přijímačů s polovodičovými součástkami kladné; není-li kladné je možné použít jednoduchý usměrňovací signálu z posledního mezifrekvenčního stupně.

Tranzistor T zajišťuje, že vstup bude mít velkou impedanci a dodává proměnný stejnosměrný signál na invertující vstup IO. Vý-



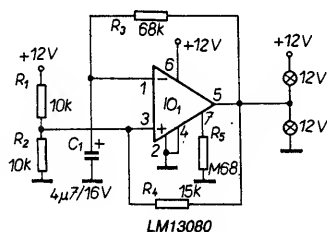
Obr. 44 S-metr pro přijímač

stup IO napájí obvod měřidla. Rezistory  $R_5$  a  $R_6$  zavádějí určitou zpětnou vazbu. Neinvertující vstup IO dostává předpětí, vyrovnávající ss předpětí, vznikajícímu na druhém vstupu klidovým zbytkovým proudem tranzistoru T.

Dělič  $P_1$ ,  $R_7$  napájí kladný vývod měřidla, vyrovnává se tím klidová ss úroveň na výstupu IO; změnou nastavení odporového trimru  $P_1$  je možné vynulovat měřidlo. Odporovým trimrem  $P_2$  se nastavuje maximální výchylka ručky měřidla. Maximální výchylka ručky měřidla se dosáhne při napětí +2 V na vstupu.

### Blikač s dvěma žárovkami

Toto jednoduché zapojení (obr. 45) střídavě zapíná dvě žárovky 12 V. Výkonový operační zesilovač je zapojen jako jednoduchý oscilátor, jehož kmitočet je určen kombinací  $R_3$ ,  $C_1$ .



Obr. 45. Blikač se dvěma žárovkami

Neinvertující vstup operačního zesilovače dostává předpětí rovné polovině napájecího napětí. Při zapnutí se bude výstupní napětí IO zvětšovat směrem ke kladnému napájecímu napětí, a bude se nabíjet  $C_1$  přes rezistor  $R_3$ . Přesáhne-li napětí na  $C_1$  napětí na vývodu 3 integrovaného obvodu IO, výstupní napětí IO se zmenší k nule a  $C_1$  se bude vybíjet přes  $R_3$ .

Výstupní napětí integrovaného obvodu se tedy bude měnit mezi 0 V a +12 V. Když bude na úrovni země, bude svítit horní žárovka; když bude +12 V, bude svítit dolní žárovka.

### Doutnavkový blikač s bateriovým napájením

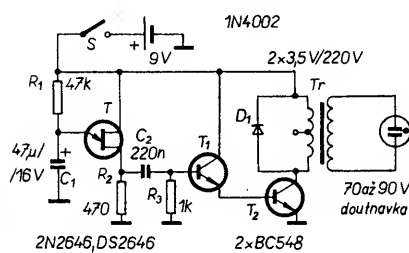
Potřebujete blikající doutnavkový indikátor, napájený z baterie? Tento jednoduchý obvod (obr. 46) je levný a používá běžné součástky.

Oscilátor s tranzistorem UJT (viz str. 160) napájí impulsy bázi  $T_1$  přes kondenzátor  $C_2$ .

Když se  $T_1$  otevře, otevře se naplno i  $T_2$ , jehož proud protéká primárním vinutím (které je při obvyklém použití sekundárním vinutím) transformátoru Tr. Impulzy v primárním vinutí transformátoru vyvolávají v sekundárním vinutí napětí, které je dostatečné pro zapálení „neonové“ doutnavky – a ta blikne. Když se tranzistory  $T_1$  s  $T_2$  vypnou (procházejí-li impulsy nulovou osou), vznikne „protielektromotorická“ síla, která je zkratována diodou  $D_1$ , takže se tranzistor  $T_2$  nemůže poškodit.

Transformátor Tr je levný síťový transformátor se sekundárním napětím  $2 \times 3,5$  V, který se dá běžně získat. Pro napájení obvodu stačí baterie 9 V určená pro tranzistorové přijímače.

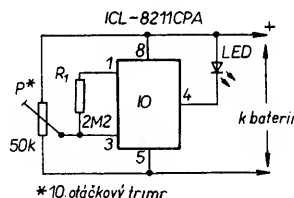
Pokud chcete blikač spouštět a blokovat, zapínat a vypínat jako součást jiného bateriově napájeného zařízení, připojte bázi  $T_1$  k zemi přes přechod kolektor-emitor tranzistoru, tím se blikač blokuje, pro jeho spuštění stačí toto spojení překlenout spojkou (spínačem).



Obr. 46. Doutnavkový blikač s bateriovým napájením

### Indikátor stavu baterie

Společnost Intersil vyrábí řadu užitečných a zajímavých obvodů pro nejrůznější aplikace. V jednoduchém zapojení podle obr. 47 se obvod Intersil ICL8211 CPA používá pro velmi zajímavý indikátor stavu baterie.



\* 10 otáčkový trimr

Obr. 47. Indikátor stavu baterie

Odporový trimr P se nastaví tak, aby se, když se napětí baterie zmenší na kritickou, předem stanovenou velikost, rozsvítila dioda LED. Jednoduché! Jako potenciometr se doporučuje trimr s 10 nebo 20 otáčkami, umožňující přesné nastavení, popřípadě lze

po hrubém nastavení trimr změřit a nahradit rezistorem a trimrem s co nejmenším odporem.

### Elektronická „koruna“

Mnoho elektronických zapojení pro „házení korunou“ používá jednoduché obvody, které neumožňují skutečně náhodný výběr „pany“ nebo „orla“. Popisované zapojení (obr. 48) tímto problémem netrpí.

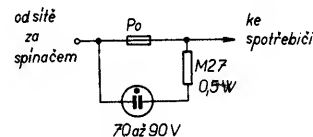
Obvod 555 ( $IO_1$ ) osciluje na vysokém kmitočtu v oblasti kilohertzů. Kmitočet jeho výstupního signálu je hodinovým kmitočtem pro dvojité klopný obvod D typu 7474 ( $IO_2$ ), který má symetrický výstup. Výstupy  $Q_1$  a  $\bar{Q}_1$  střídavě zapínají a vypínají diody LED. Protože jde o děj velmi rychlý, nedá se určit, která z diod v daném okamžiku svítí.

Stisknete-li herní tlačítko T1, zastavíte oscilátor v nějakém náhodném bodě. Hodinový signál pro  $IO_2$  je přerušen a klopný obvod ( $IO_2$ ) zůstane ve svém posledním stavu – který není možné předpovědět.

Uvolníte-li tlačítko, LED začnou opět střídavě svítit. Zapojení může být napájeno i ze zdroje 9 V (místo uvedeného napájení 12 V, jak je uvedeno ve schématu), pokud je to pro vás výhodnější.

### Indikátor přerušené pojistky

Upozornění na přerušenu síťovou pojistku v určitém zařízení (jako na příklad ve výkonovém zesilovači místního rozhlasu) může skutečně ušetřit čas i potíže. Stačí jednoduše zapojit paralelně k pojistce doutnavku, jak ukazuje schéma (na obr. 49).

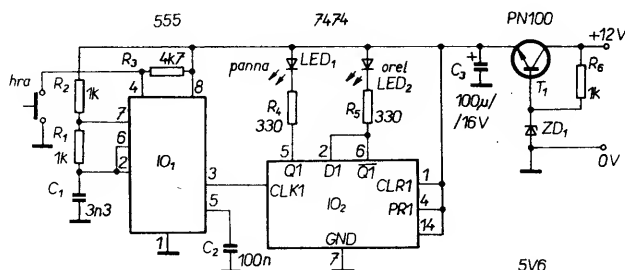


Obr. 49. Indikátor přerušené pojistky

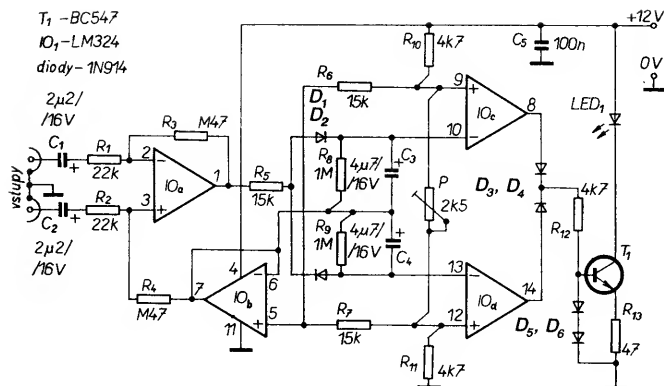
Použijte objímku pro doutnavku, a upevněte ji na přední panel – bude to výborný indikátor závady. Pozor, některé doutnavky mají vestavěný rezistor! Pak je možné rezistor na obrázku buď zcela vypustit nebo zmenšit jeho odpor (podle druhu doutnavky).

### Indikátor skutečné stereofonie

Některá vysílání FM a TV v zahraničí nejsou skutečným stereofonním vysíláním. Ani některé stereofonní videozáznamy nejsou provedeny v režimu skutečné stereofonie. Ani pilotní signál 19 kHz u FM stereofonních signálů není vždy zaručenou indikací skutečného „sterea“. Zapojení na obr. 50



Obr. 48. Elektronická „koruna“



Obr. 50. Indikátor skutečné stereofonie

může být doplněno do tuneru, nebo přijímače, nebo do audiovizuálního systému a bude indikovat skutečný stereofonní signál.

Zapojení detekuje rozdíl mezi oběma kanály, který se u skutečných stereofonních signálů vždy vyskytuje. IO<sub>1b</sub> vytváří virtuální zem na polovině napájecího napětí, která se používá jako referenční napětí pro vývod 3 integrovaného obvodu IO<sub>1a</sub>, nastavující jeho výstup na vývodu 1.

Levý a pravý vstupní signál se přivádějí na vstupy operačního zesilovače IO<sub>1a</sub>, který zesiluje jejich rozdíly. Jeho výstupní signál je kladný nebo záporný (vzhledem k virtuální zemi) a nabíjí C<sub>3</sub> přes diodu D<sub>1</sub>, případně C<sub>4</sub> přes D<sub>2</sub>.

Operační zesilovače IO<sub>1c</sub> a IO<sub>1d</sub> jsou zapojeny jako komparátory. Jeden nebo druhý sepne a přes hradlo OR z diod D<sub>3</sub>, D<sub>4</sub> vybudí obvod pro spínání diody LED. Přejde-li některý z výstupů IO<sub>1c</sub> nebo IO<sub>1d</sub> do stavu log. 1, tranzistor T<sub>1</sub> sepne a dioda LED v jeho kolektoru se rozsvítí. Kondenzátory C<sub>3</sub> a C<sub>4</sub> podrží své napětí v krátkých mezerách signálu, protože se vybíjejí jen pomalu přes paralelně k nim zapojené rezistory 1 MΩ.

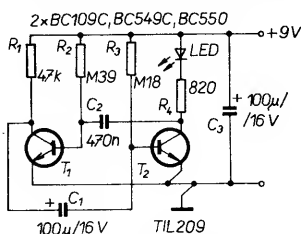
S použitím této jednotky můžete i přesně nastavit stereofonní váhu tak, že použijete monofonní signál a nastavíte vyvážením, aby dioda LED zhasla, což indikuje, že mezi oběma kanály není žádný rozdíl.

## Blikač LED

Potřebujete blikající LED? Použijte toto jednoduché zapojení, které můžete sestavit ze součástek ze „šuplíku“.

Dva tranzistory (obr. 51) jsou zapojeny jako astabilní multivibrátor v běžném zapojení, s kapacitou kondenzátoru C<sub>1</sub> zvolenou pro dosažení doby vypnutí a zapnutí kolem 1 sekundy. Při zapnutí napájení se C<sub>1</sub> jeví jako zkrat a báze T<sub>2</sub> dostane proudový impuls. Kondenzátor C<sub>2</sub> se jeví také jako zkrat, musí se však nabít přes LED a R<sub>4</sub>, což si vyžádá určitou dobu. Proto zpočátku povede T<sub>2</sub>, dioda LED bude svítit.

Kondenzátor C<sub>2</sub> se bude nabíjet přes R<sub>2</sub>, dokud napětí na něm nepřekročí spínací napětí T<sub>1</sub>, který se pak sepne. Mezitím se C<sub>1</sub> nabil a nyní se bude vybíjet přes přechod



Obr. 51. Blikač LED

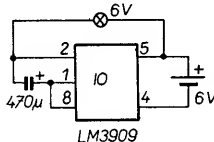
kolektor – emitor T<sub>1</sub> a báze – emitor tranzistoru T<sub>2</sub>. Po vybití se C<sub>1</sub> začíná nabíjet přes R<sub>3</sub> v opačném směru. Dosáhne-li napětí na něm 0,5 V, tranzistor T<sub>2</sub> se opět otevře. Tranzistor T<sub>1</sub> se uzavře, protože napětí na C<sub>2</sub> obrátí předpětí pro T<sub>1</sub>. Kondenzátor C<sub>1</sub> se nyní nabíjí přes R<sub>1</sub> a C<sub>2</sub> se nabíjí přes R<sub>2</sub>.

Zvětší-li se napětí na C<sub>2</sub> nad 0,5 V, celý obvod se znovu překlápí, a cyklus se opakuje. Dioda bliká jednou za sekundu.

Zapojení může být napájeno ze zdroje o napětí mezi 4,5 a 12 V. Kondenzátor C<sub>3</sub> přemostuje napájecí sběrnici.

## Nejjednodušší blikač

Obvod blikače LM3909 (obr. 52) může být zdrojem impulsů pro žárovku 6 V pro kapsoní svítidlo (s opakovacím kmitočtem 1 Hz). Je to výborný doplněk pro malou ruční svítidlo. Tento obvod pracuje také se žárovkami 4,5 V (použijete však baterii 4,5 V).



Obr. 52. Blikač s malou žárovkou

## Blikač pro žárovku 6 V

Nemáte speciální integrovaný obvod? Nevadí! V tomto zapojení (obr. 53) je komplementární dvojice tranzistorů p-n-p, n-p-n zapojena jako neinverující zesilovač se zpětnou vazbou z výstupu na vstup přes kondenzátor 10 µF a rezistor 2,2 kΩ. Osciluje na kmitočtu kolem 1 Hz a v tomto „tempu“ rozsvěcuje a zhasí žárovku.

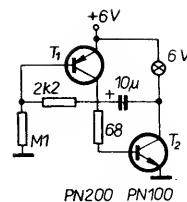
Pro 12 V žárovku použijete baterii 12 V; jako tranzistory vyhoví i naše typy KC639, KC640.

## SÍŤ A REGULACE VÝKONU

### Detektor síťového vedení

Při renovaci domů je někdy třeba zjistit polohu síťového vedení ve zdi dříve, než se do zdi začne sekát. Umožní to tento jednoduchý přístroj (obr. 54).

Jako cívku pro indukční snímání brumového napětí je možné použít telefonní snímací cívku. Pole, které vzniká kolem síťových vodičů, indukuje do cívky malý proud o kmitočtu 50 Hz. Ten se zesiluje zesilovačem – filtrem a usměrňuje pro rozsvícení diody LED.

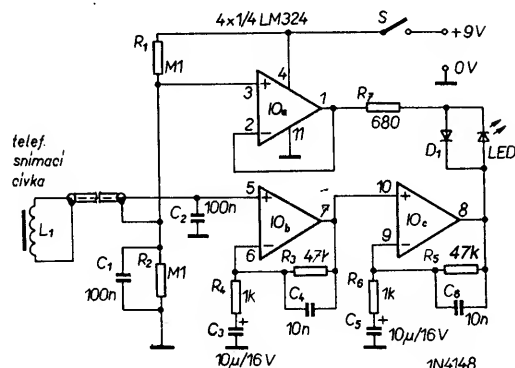


Obr. 53. Blikač pro žárovku 6 V

Použitý integrovaný obvod LM324 obsahuje čtyřladič operačních zesilovačů. Aby nebylo nutné používat symetrické napájení, jeden operační zesilovač se používá pro rozdělení napájecího napětí na polovinu. Polovina napájecího napětí 9 V je ve styčném bodě rezistorů R<sub>1</sub> a R<sub>2</sub>. Obvod IO<sub>1a</sub> je zapojen jako sledovač napětí a dává na výstupu referenční napětí 4,5 V, které je možné zatížit odběrem proudu až desítek miliampér.

Snímání cívky je zapojena na vstup IO<sub>1b</sub>. Tento operační zesilovač společně s IO<sub>1c</sub> je zapojen jako dolní propust s velkým zesílením (každý 50). Malé napětí síťového brumu, indukovaného do L<sub>1</sub>, je tedy značně zesíleno. Na diodě D<sub>1</sub> se zesílené napětí usměrňuje a dioda LED se rozsvítí.

Poloviční napětí z děliče R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> se přivádí na snímání cívky jako předpětí pro vstup IO<sub>1b</sub> (virtuální zem). Kondenzátor C<sub>2</sub> omezuje signály vyšších kmitočtů na L<sub>1</sub>.



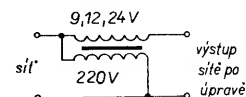
Obr. 54. Detektor síťového vedení

Cívkou L<sub>1</sub> se pohybuje v blízkosti povrchu zkoušené zdi; LED se rozsvítí maximálním jasem, když se cívka nachází v místě síťového vedení.

## Úprava síťového napětí

Pokud se vám mění síťové napětí od jmenovité velikosti, můžete je nastavit použitím snížovacího transformátoru, jak ukazuje obr. 55.

Primární a sekundární vinutí transformátoru jsou zapojena do série, přičemž sekundární vinutí je zapojeno v sérii s výstupem, primární vinutí je zapojeno paralelně s přícházející „síť“. Podle potřeby zapojte sekundární vinutí tak, aby bylo výstupní napětí



Obr. 55. Úprava síťového napětí



větší o požadovanou velikost (nebo opačně menší). Když je např. síťové napětí o 10 % menší, použijete sekundární vývody 24 V zapojené tak, aby se výstupní napětí zvětšilo. Síťové napětí se tak zvětší o 24 V.

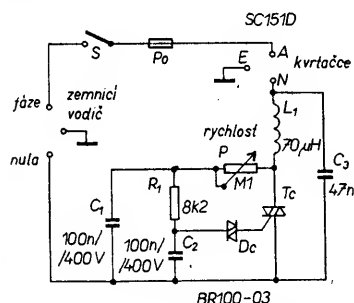
Když je síťové napětí větší o 5 %, použijete vývody pro 12 V, zapojené tak, aby se výstupní napětí zmenšilo. Těchto 12 V se od síťového napětí odečte.

Když bude použitý transformátor dimenzován pro sekundární proud 2 A, vyhoví toto zapojení pro zátěž až do 500 W.

## Regulátor rychlosti otáčení vrtačky

Elektrické vrtačky jsou poháněny univerzálním motorem, jehož rychlost otáčení je možné měnit změnou části nebo fáze cyklu, při němž je triak  $T_c$  ve vodivém stavu. Jednoduchý obvod (obr. 56) řízení fáze v tomto zapojení umožňuje značnou změnu rychlosti otáčení. Navíc „protielektromagnetická síla“ motoru vyvolává určitou zpětnou vazbu pro posuv fáze vpřed při zatížení motoru. Obvod je dimenzován pro regulaci vrtaček až do 500 VA. Triak a diak je třeba vybrat podle použité vrtačky stejně jako pojistku,  $L_1$  je odrušovací tlumivka pro velké proudové zatížení, kondenzátor  $C_3$  je buď na 220 V střídavého napětí nebo na 600 až 1000 V stejnosměrného napětí. Rychlost otáčení se řídí potenciometrem P.

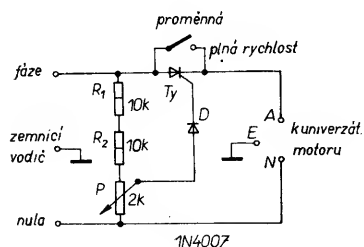
Nejjednodušší regulátor rychlosti otáčení motoru dává možnost účinně regulovat rychlost univerzálních elektrických motorů, zvláště pro vrtačky. I dvou rychlostní vrtačky mají totiž obvykle menší rychlost příliš velkou pro některé použití (jako je na příklad vrtání do plechu).



Obr. 56. Regulátor rychlosti otáčení vrtačky

Popsané zapojení (obr. 57) má minimální počet součástek a umožňuje změnu rychlosti otáčení až do 75 % maximální rychlosti otáčení motoru. Spínač dovoluje pracovat s plnou rychlostí otáčení.

Odporový dělič z D dodávají půlplnné impulsy o nastavitelné amplitudě na spínací



Obr. 57. Nejjednodušší regulátor rychlosti otáčení motoru

elektrodu tyristoru  $T_y$ . Předpokládejme, že zpočátku motor stojí, katoda tyristoru je v nule a tyristor se sepne při první kladné půlplnně ze sítě. Motor se rozběhne a napětí na něm vznikající zmenší napětí mezi spínací elektrodou a katodou tyristoru. Jak se motor rozbíhá, dodávaný výkon se zmenšuje, dokud se rychlost otáčení motoru nestabilizuje na velikosti, stanovené nastavením potenciometru P.

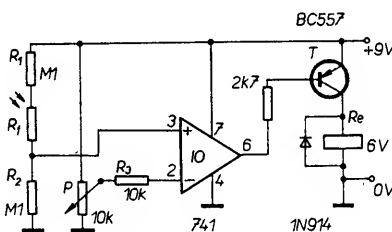
Když motor pracuje se zátěží, bude se rychlost otáčení zpomalovat (a napětí na motoru se bude zmenšovat), doba otevření tyristoru v cyklu se však bude prodlužovat, a tak bude motor dostávat větší výkon, čímž se kompenzuje zatížení motoru, který se proto bude točit relativně konstantní rychlostí.

Dioda D chrání spínací elektrodu tyristoru před nadměrným inverzním napětím, které by mohlo tyristor zničit. Použitý tyristor musí mít poměrně citlivou spínací elektrodu. Když je pro efektivní spínání  $T_y$  třeba použít větší proud, pak je možné odpor rezistorů  $R_1$  a  $R_2$  zmenšit až na 4,7 k $\Omega$ . V zapojení byl použit tyristor 400 V/10 A.

## OSCILÁTORY, SPÍNAČE, ČASOVAČE

### Světelný spínač

Potřebujete něco zapnout, když se zmenší úroveň osvětlení? Nebo něco vypnout? Toto zapojení (obr. 58) používá fotorezistor pro detekci změn úrovně osvětlení. Změny jsou zesíleny operačním zesilovačem, jehož výstup spíná tranzistor, spínající relé.



Obr. 58. Světelný spínač

$R_1$  a fotorezistor  $R_1$  tvoří jednu větev můstku, druhou odpovídající větev tvoří  $R_2$ ; potenciometr P tvoří protější dvě větve. Když na fotorezistor dopadá světlo, jeho odpor je malý. Potenciometr se nastaví tak, aby rozdíl mezi invertujícím a neinvertujícím vstupem operačního zesilovače způsobil kladné výstupní napětí (vývod 6 IO). Tranzistor T tedy nedostává proud báze, relé není sepnuto.

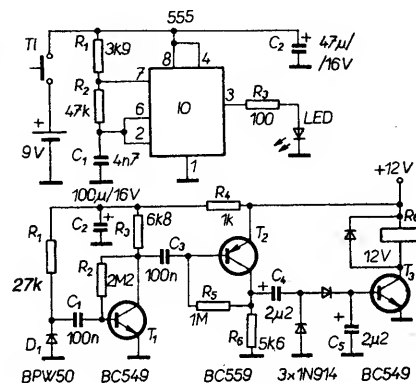
Když se úroveň osvětlení zmenší, odpor fotorezistoru se zvětší, neinvertující vstup operačního zesilovače (vývod 3) dostane z výstupu můstku menší napětí, než dostává jeho invertující vstup (vývod 2) a výstupní napětí se zmenšuje k nule, čímž se sepne tranzistor T a relé.

Potenciometr P může být nastaven tak, že relé sepne pouze při zmenšení úrovně osvětlení o předem stanovenou velikost: ta může být malá, nebo dosti velká. Zapojení je dostatečně citlivé, aby zjistilo změnu úrovně osvětlení při pohybu ruky kolem  $R_1$ . Jako P je nejvhodnější použít desetitáčkový odporový trimr (nebo potenciometr).

## Infračervený spínač

Dále popsany jednoduchý malý infračervený spínač (obr. 59) je určen pro dálkové ovládání čehokoliv. Zapojení používá běžný IR pár: infradiodu LED a infračervený diodový detektor, CQY89A (LD217)/BPW50. Obvod 555 generuje řadu impulsů pro IR LED. Tyto impulsy jsou pak detekovány detektorem BPW50, zesíleny zesilovačem s velkým zesílením, používajícím tranzistory  $T_1$  a  $T_2$ . Výstupní signál  $T_2$  je usměrňován zdvojevačem napětí, který dodává proud báze pro spínací relé  $T_3$ , který sepne relé.

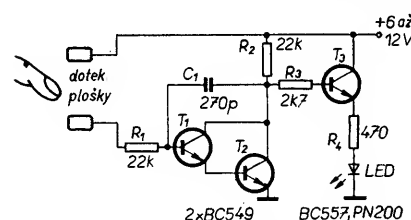
Vysílač je uložen ve vhodné malé krabici a je napájen z baterie 9 V pro tranzistorové přijímače. Přijímač je napájen ze stejnosměrného zdroje 12 V. Obě zapojení používají celkem běžné součástky.



Obr. 59. Infračervený spínač

## Jednoduchý senzorový spínač

Zapojení na obr. 60 využívá malých proudů, protékajících odporem pokožky, když se prstem přemostí dva dotykové kontakty.

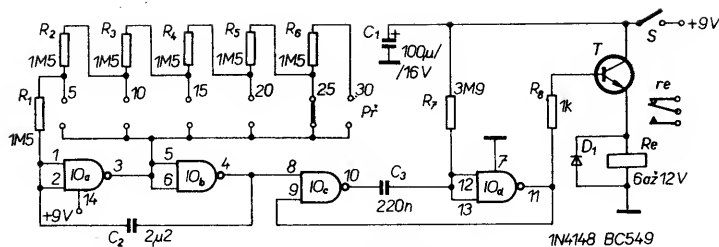


Obr. 60. Jednoduchý senzorový spínač

Vstupní obvod – tranzistory  $T_1$  a  $T_2$  – tvoří Darlingtonova dvojice, která má velmi velké zesílení (při použití tranzistorů BC459 bude zesílení této dvojice typicky 1000). Kolektorový proud této dvojice je odebrán přechodem báze-emitor tranzistoru  $T_3$ , je-li kolektorový proud dostatečný pro vznik úbytku 0,6 V na rezistoru  $R_2$ . Tranzistor  $T_3$  sepne, dioda LED se rozsvítí.

Pro rozsvícení LED stačí odpor pokožky, přemostující dotykové plošky, mezi jedním až dvěma megaohmy. Kondenzátor  $C_1$  urychluje sepnutí tranzistorů  $T_1$  a  $T_2$ . Do kolektorového obvodu  $T_3$  je možné místo  $R_4$  a LED zapojit citlivé relé, popř. by bylo možné kolektorovým napětím ovládat Schmittův klopný obvod CMOS, jehož výstupem by se spínal budič relé.

Práh sepnutí obvodu je možné nastavit změnou odporu rezistoru  $R_2$ . Zmenšení odporu  $R_2$  tento práh zvyšuje (požaduje se menší odpor pokožky).



Obr. 61. Intervalový spínač I (hradla jsou typu NOR!)

## Intervalový spínač

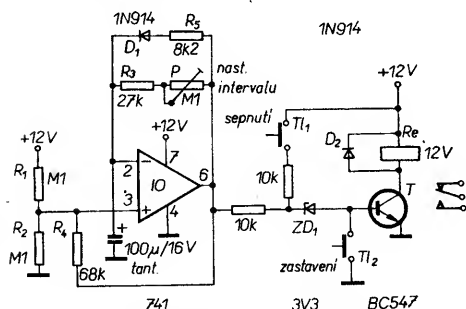
Tento druh časovače dodává impulsy pro spínání relé ve volitelných intervalech 5, 10, 15, 20, 25 nebo 30 sekund. Je ideální např. pro automatizovaný provoz projektu diapoaktivů při přednáškách (obr. 61).

Základem zapojení je integrovaný obvod IO typu 4001, obsahující čtyři dvouvstupová hradla NOR (omylem jsou nakreslena jako NAND). Dvě hradla, IO<sub>a</sub> a IO<sub>b</sub>, jsou zapojena jako oscilátor s periodou určenou kapacitou kondenzátoru C<sub>2</sub> a některým z rezistorů R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> atd., zvoleným přepínačem P. Výstup IO<sub>b</sub> spouští impulsní časovač, zahrnující IO<sub>c</sub>, IO<sub>d</sub> a C<sub>3</sub>, R<sub>7</sub>. Výstup IO<sub>d</sub> přechází po spuštění tohoto stupně do stavu log. 1 asi na jednu sekundu a spíná tranzistor T, který krátce sepnou relé. Kontakty relé sepnou kontakty projektoru, zajišťující promítnutí dalšího diapoaktivu.

Použitý zdroj bude záviset na zvoleném relé: použijte zdroj 6 V pro relé na 6 V; některá relé pro 12 V budou možná pracovat i se zdrojem 9 V, ale některé typy budou vyžadovat pro spolehlivou funkci zdroj 12 V.

## Intervalový spínač

Zapojení na obr. 62 je ideální jako automatický intervalový spínač pro promítání diapoaktivů a podobné aplikace. IO<sub>1</sub> je zapojen jako generátor pravouhlého signálu s malým poměrem mezi signálem a mezerou, který zajišťuje dioda v obvodu zpětné vazby. Výstup IO se skokově mění od napětí blízkého zemi až po napětí blízké napájecímu napětí, na jeho neinvertující vstup je připojena polovina napájecího napětí.



Obr. 62. Intervalový spínač II

Když je výstupní napětí IO kladné, otevírá se tranzistor T a relé spíná. Interval mezi impulsy je možné nastavit mezi přibližně pěti a třiceti sekundami (podle nastavení P). Dobu sepnutí relé určuje rezistor R<sub>5</sub>.

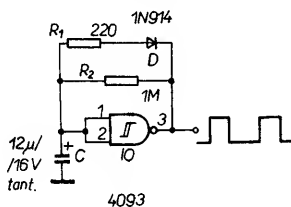
Zapojení je vybaveno tlačítky pro spínání a zastavení. Tlačítko „sepnutí“ dovolí sepnout relé mezi automatickými impulsy; stačí jeho krátké stisknutí (je možné použít i míčkové tlačítko). Tlačítko „zastavení“ po dobu stisknutí zastavuje další spínání relé.

## Generátor sekundových impulsů

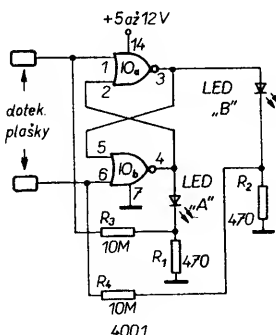
V řadě obvodů je třeba použít spouštěcí impulsy v přibližně sekundových intervalech. S hradlem NAND CMOS je možné sestavit jednoduchý impulsní generátor, jehož schéma je na obr. 63. Na výstupu jsou impulsy o krátkém trvání v přibližně sekundovém intervalu, který je určen kombinací C, R<sub>2</sub>. Obrácením diody D lze obrátit poměr značka – meze. Nepoužije-li se rezistor R<sub>1</sub>, dosáhne se ještě většího poměru značka – meze, protože D bude vybíjet kondenzátor rychleji.

## Kapacitní senzorový spínač

Tento digitální dotykový spínač využívá dvou dotykových plošek a jeho činnost závisí



Obr. 63. Generátor sekundových impulsů



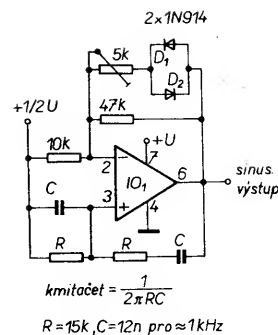
Obr. 64. Kapacitní senzorový spínač

na kapacitě těla (obr. 64). Dvě hradla NOR obvodu 4001 (čtyři hradla CMOS NOR) jsou zapojena jako bistabilní klopný obvod.

Při zapnutí se rozsvítí jedna z diod LED, řekněme LED<sub>2</sub> („B“). Když se pak dotkneme dotykové plošky A, klopný obvod změní svůj stav a rozsvítí se LED<sub>1</sub> („A“). Když se poté dotkneme plošky B, stav klopného obvodu se opět změní a znovu svítí LED<sub>2</sub>.

## Jednoduchý sinusový oscilátor

Tento jednoduchý sinusový oscilátor může být použit v celé řadě aplikací, v nichž se vyžaduje signál sinusového průběhu s pevným kmitočtem a s malým zkreslením (obr. 65).



Obr. 65. Jednoduchý sinusový oscilátor

Ke konstrukci může být použita většina operačních zesilovačů, na příklad 741. Hodnoty R a C je možné určit ze vzorce v závěru článku. Odporovým trimrem 5 kΩ se nastaví úroveň výstupního signálu. Bod označený 1/2 U může být napájen z dobře filtrovaného odporového děliče napájecího napětí, nebo z obvodu „půlení“ napájecího napětí se sledovačem.

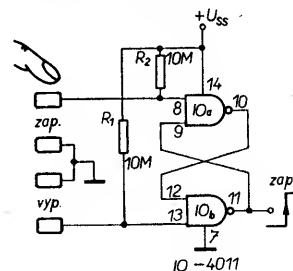
Kmitočet lze určit ze vztahu

$$f = \frac{1}{2\pi RC}$$

pro 1 kHz je přibližně R = 15 kΩ, C = 12 nF.

## Přepínač s dotykovými senzory

Dvě hradla NAND CMOS jsou zapojena jako nulovací klopný obvod (obr. 66). Odpor pokožky je obecně menší, než odpor 10 MΩ rezistorů na vstupech hradel. Za předpokladu, že je klopný obvod ve stavu, kdy je na jeho výstupu (vývod 11) log. 0, přemostění kontaktů „zap“ (povrchem prstu) způsobí změnu klopného obvodu a vývod 11 přejde do stavu log. 1. Pro dosažení opětovné změny stavu se dotkněte prsty kontaktů „vyp“. Výstupní signál může ovládat bázi tranzistoru jednoduchého budiče relé.

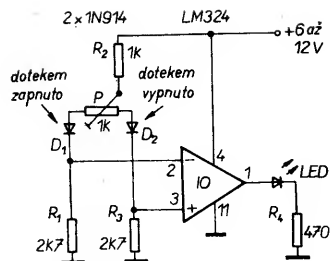


Obr. 66. Přepínač s dotekovými senzory

## Teplotní dotekový spínač

Tento obvod je založen na snímání teploty diodou (podle teploty se mění její odpor), při změně teploty, způsobené dotykem prstu se zapne nebo vypne LED. Výstupní signál může také ovládat tranzistor, spínající relé (obr. 67).

Integrovaný obvod IO je zapojen jako komparátor. Jeho neinvertující (invertující) vstup sleduje úbytky napětí na R<sub>1</sub> (případně R<sub>3</sub>). Potenciometr P je pečlivě nastaven tak,



Obr. 67. Teplotní dotekový spínač

aby rezistorem  $R_1$  protékal poněkud větší proud, než přes  $R_3$ . Proto je na invertujícím vstupu IO větší napětí než na jeho neinvertujícím vstupu, výstupní napětí je malé a LED tedy nesvítí.

Dotknete-li se diody  $D_2$  a její teplota se zvýší teplem vašeho prstu, zvětší se mírně proud v propustném směru a na vývodu 2 bude tedy větší napětí než na vývodu 3. Napětí na výstupu 1 je skokem větší a dioda LED se rozsvítí. Po vzdálení prstu se dioda LED vypne.

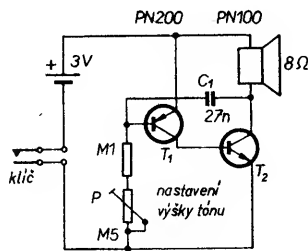
Když je teplota okolí vysoká – nad průměrnou teplotou těla – pak bude LED svítit; můžete ji zhasnout dotykem na diodu  $D_2$ .

### Generátor pro nácvik telegrafie

Starý známý oscilátor s dvojicí tranzistorů p-n-p, n-p-n je na obr. 68 zapojen tak, aby kmital ve středním akustickém pásmu a budil reproduktor 8  $\Omega$  (nebo je možné použít sluchátka s malou impedancí). Výšku tónu můžete nastavit trimrem P. Telegrafní klíč je zapojen v napájecím přívodu a jednoduše oscilátor zapíná a vypíná.

Pro dosažení přiměřené hlasitosti stačí použít baterii 3 V. Je možné použít zdroj až do 9 V, pak se však hlasitost značně zvětší! Pokud by byla hlasitost příliš velká i při napájecím napětí 3 V, použijte ke zmenšení hlasitosti rezistor malého odporu (22 až 100  $\Omega$ ), zapojený do série s reproduktorem.

Jako  $T_1$  a  $T_2$  lze použít libovolnou dvojici (doplňkových) tranzistorů.



Obr. 68. Generátor pro nácvik telegrafie

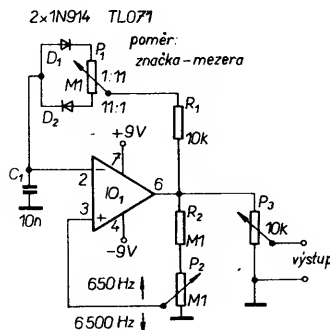
### Generátor signálu proměnného pravoúhlého průběhu s operačním zesilovačem

S tímto zapojením generátoru pravoúhlého napětí s operačním zesilovačem (obr. 69) můžete dosáhnout změny poměru značka – mezeru ve velmi širokém rozsahu.

Zpětnovazební cesty pro nabíjení a vybíjení  $C_1$  jsou odděleny diodami  $D_1$  a  $D_2$ . Potenciometrem  $P_1$  se mění velikost odporu, zapojeného v průběhu nabíjení a vybíjení

kondenzátoru  $C_1$ , a tím se mění poměr mezi značkou a mezerou. Možnost změny je v rozmezí 1:11 až 11:1.

Potenciometrem  $P_2$  lze měnit kmitočet v poměru 10:1, od asi 650 Hz do 6,5 kHz. Potenciometr  $P_3$  umožňuje řídit úroveň výstupního signálu.

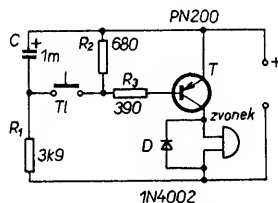


Obr. 69. Generátor proměnného napětí pravoúhlého průběhu s OZ

### Omezovací obvod pro domovní zvonek

Nemáte rádi návštěvníky, kteří zvoní, jako kdyby hořelo? „Vyřídíte je“ je tímto jednoduchým obvodem (obr. 70).

Při připojení napájecího napětí se nabíjí  $C$  přes  $R_1$ . Tranzistor  $T$  není sepnut a zvukový signál není zapnut, protože přes  $T$  neprotéká kolektorový proud. Když se stiskne tlačítko  $T_1$  zvonku, drží se obvykle stisknuté po dobu jedné nebo dvou sekund, tím se přivede proud do báze tranzistoru, protože  $C$  se



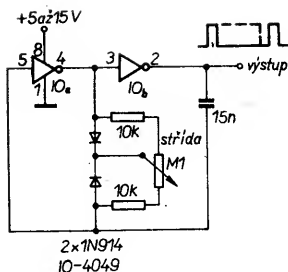
Obr. 70. Omezovací obvod pro domovní zvonek

vybíjí přes  $R_2$  po dobu stisknutí tlačítka. Přibližně za sekundu se kondenzátor  $C$  vybije a zvonění se zastaví. Po uvolnění tlačítka zvonku to nějakou dobu trvá, než se kondenzátor znovu nabije, takže když se tlačítko znovu stiskne v průběhu několika sekund, nic se nestane, protože  $C_1$  není ještě dostatečně nabit, aby mohl opět sepnout tranzistor  $T$ . A navíc se i malý náboj  $C_1$  vybije přes  $R_2$ , což máří úsilí zvonícího.

### Generátor napětí pravoúhlého průběhu s proměnnou střídou

V jednoduchém zapojení dvoustupňového oscilátoru s hradly CMOS (obr. 71) je možné s malou úpravou dosáhnout změny střidy ve velmi širokém rozsahu.

Časovací „rezistor“ se skládá z potenciometru a dvou diod v uvedeném uspořádání. Když je výstup 4 ve stavu log. 1, horní dioda zkratuje horní rezistor 10 k $\Omega$  a horní část potenciometru a nabíjí se kondenzátor 15 nF přes dolní část potenciometru, dolní rezistor 10 k $\Omega$  a vývod 2 obvodu IO<sub>B</sub>, který je ve stavu log. 0.



Obr. 71. Generátor napětí pravoúhlého průběhu s proměnnou střídou

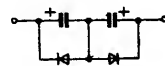
Když je vývod 4 ve stavu log. 0, kondenzátor se vybíjí přes dolní diodu, horní část potenciometru, horní rezistor 10 k $\Omega$  a vývod 4.

Poměr částí potenciometru, zvolený jeho běžcem, určuje periodu nabíjení a vybíjení a tím poměr značka: mezeru. V tomto zapojení je možné dosáhnout změny 1:11 až 11:1. K dosažení nižšího kmitočtu lze použít větší kapacitu kondenzátoru. Pro zvýšení kmitočtu stačí použít kondenzátor menší kapacity.

### Bipolární kombinace elektrolytických kondenzátorů

Když potřebujete bipolární kondenzátor o velké kapacitě, můžete zapojit dva elektrolytické kondenzátory o dvojnásobku požadované kapacity do série, a to se vzájemně opačnou polaritou (obr. 72). Rozdílné svodové proudy kondenzátorů však mohou ovlivnit výsledek, a může být obtížné dosáhnout potřebných kapacit.

Řešení je snadné: použijí se elektrolytické kondenzátory požadovaných kapacit, zapojené proti sobě, ale s paralelně zapojenými diodami, jak je uvedeno ve schématu. Jak jednoduché!

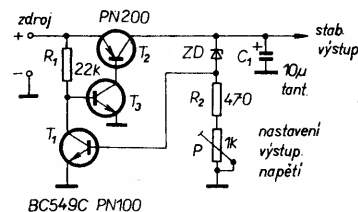


Obr. 72. Bipolární kombinace elektrolytických kondenzátorů

## ZDROJE, NAPÁJENÍ

### Stabilizátor pro obvody s bateriovým napájením

Tento stabilizační obvod (obr. 73) je ideální pro zařízení, napájená z baterií, protože potřebuje rozdílné mezi vstupním a výstupním napětím menší než půl voltu! V důsledku toho může dodávat stabilizované napětí i při dosti vybitých bateriích, případně můžete napájet zařízení s napětím 5 V z baterie 6 V atd. Obvod sám má velmi malou vlastní spotřebu.

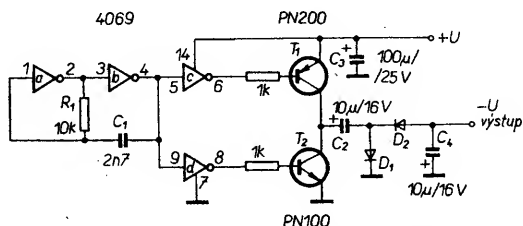


Obr. 73. Stabilizátor pro obvody s bateriovým napájením

Zenerova dioda ZD je vybrána tak, aby se dosáhlo požadovaného výstupního napětí, které bude jen o málo větší než napětí Zenerovy diody. Výstupní napětí je možné jemně nastavit odporovým trimrem P. Stabilizátor může dodávat výstupní proudy asi do 300 mA při náhradě  $T_2$  a  $T_3$  tranzistory typu KC639, KC640.

### Generátor záporného napětí

Máte k dispozici jen kladné napájecí napětí a potřebujete pro operační zesilovač nebo jiný speciální obvod záporné napětí? Zapojení na obr. 74 se skládá z oscilátoru a usměrňovače, který dodává záporné napětí, jehož velikost je téměř shodná s kladným napájecím napětím.



Obr. 74. Generátor napětí záporné sběrnice

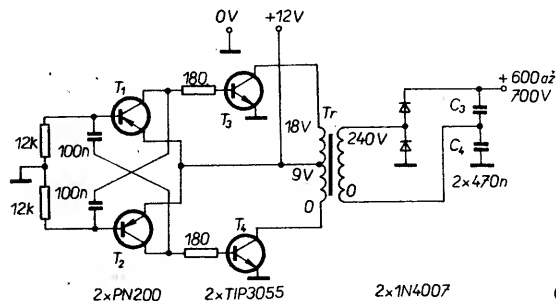
Dva inventory z obvodu 4069 (šest invertorů) jsou zapojeny jako oscilátor. Výstupní signál oscilátoru se používá pro buzení tranzistorů  $T_1$  a  $T_2$  tak, aby byly zapínány a vypínány střídavě. Když se  $T_1$  zapíná,  $T_2$  se vypíná a naopak. Kondenzátor  $C_2$  se nabíjí na velikost kladného napájecího napětí přes  $D_1$  (zmenšenou o úbytek napětí na diodě v propustném směru),  $D_2$  je polarizována opačně. Když pak sepne  $T_2$ ,  $T_1$  se vypíná. Tak je připojen kladný vývod  $C_2$  k zemi, je opačné předpětí diody  $D_1$  a  $C_4$  se nabíjí na napětí na  $C_2$  (menší o úbytek napětí na diodě  $D_2$  v propustném směru).

Tranzistor  $T_2$  se nyní vypíná a  $T_1$  opět zapíná a při tom se doplňuje náboj na  $C_2$ . Když se pak opět otevře  $T_2$ , náboj  $C_2$  doplní náboj na  $C_4$ , a tak dále. Dosažené záporné napětí je asi o 1,2 V menší, než kladné napájecí napětí. Maximální výstupní napětí je omezeno pouze maximálním dovoleným napětím pro obvod 4069 (15 V). Diody  $D_1$  a  $D_2$  by měly být schopny spínat při použité rychlosti – do odběru proudu kolem 50 mA ze záporné sběrnice jsou vhodné diody 1N914.

Na výstupu lze použít libovolné doplňkové křemíkové tranzistory malého nebo středního výkonu.

### Zdroj vysokého napětí

Tento stejnosměrný konvertor (obr. 75) generuje stejnosměrné napětí asi 600 V z baterie 12 V. Pro měnič není třeba použít zvláštní transformátor: Tr je běžný síťový



Obr. 75. Zdroj vysokého napětí

transformátor se sekundárním vinutím 18 V se středním vývodem (nebo dvěma vinutími 9 V).

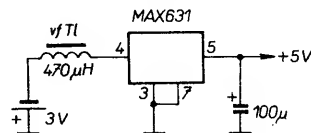
Multivibrátor s tranzistory  $T_1$  a  $T_2$  budí báze spínacích tranzistorů  $T_1$  a  $T_4$ . Ty střídavě připojují k oběma polovinám vinutí pro 9 V napětí baterie 12 V. Sekundární vinutí transformátoru se používá jako primární, vinutí 220 V se stává sekundárním, neboť z něj je napájen usměrňovač, zapojený jako celovlnný zdvojovač.

Oscilátor pracuje na kmitočtu kolem 1 kHz, na kterém transformátor ještě dobře pracuje. Pro usměrňovač není třeba použít žádné elektrolytické kondenzátory, což zmenšuje náklady, nároky na prostor a zlepšuje spolehlivost.  $C_3$  a  $C_4$  jsou polyesterové kondenzátory na napětí 400 V.

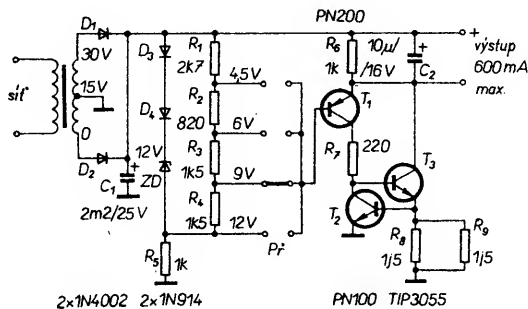
### Napájecí napětí 5 V z baterie

Specializovaný výrobce polovodičů, Maxim, vyrábí malý ss-ss měnič (obr. 77), který vyrábí napájecí napětí 5 V z baterie 3 V. Jeho použití je velmi jednoduché. Co by mohlo být jednodušší, než toto zapojení?

Vf TI je obyčejná vf tlumivka s indukčností



Obr. 77. Používání obvodů pro 5 V s napájecím z baterie 3 V



Obr. 76. Jednoduchý dílenský zdroj

U transformátoru je nejvhodnější používat vinutí pro 9 V, než např. jedno vinutí pro 12 V s vyvedeným středem, protože na spínacích tranzistorech dochází k určitému úbytku napětí mezi kolektorem a emitorem. Tranzistory  $T_3$  a  $T_4$  (KD3055) musí být upevněny na chladiči.

### Jednoduchý dílenský zdroj

Tento jednoduchý, levný dílenský zdroj (obr. 76) je ideální pro pracovní stůl amatéra. Všechny součástky se dají v obchodě běžně koupit. Použitý transformátor je univerzální typ, který může dodávat až 1 A výstupního proudu.

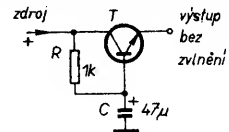
Pro získání nestabilizovaného napětí asi 21 V se používá dvoucestný usměrňovač. Zenerova dioda a další dvě diody vytvářejí stabilizované referenční napětí pro obvod stabilizátoru. Rezistory  $R_1$  až  $R_4$  tvoří vhodné odbočky, které dělí referenční napětí pro dosažení výstupních napětí 4,5, 6, 9 a 12 V. Rezistor  $R_5$  určuje proud Zenerovou diodou. Tranzistory  $T_1$ ,  $T_2$  a  $T_3$  jsou zapojeny jako běžný sériový stabilizátor. Kondenzátor 10  $\mu$ F, zapojený paralelně k výstupním svorkám, zajišťuje malou „střídavou“ impedanci zdroje. Jako tranzistory  $T_1$ ,  $T_2$  lze použít libovolnou doplňkovou dvojici křemíkových tranzistorů.

asi 470  $\mu$ H. Co k tomu dodat? Z obvodu lze odebrat proud v rozsahu desítek miliampér.

### Zmenšení brumu

Populární zdroje stejnosměrného napětí, které jsou konstruovány jako celek se síťovou zástrčkou, jsou výborné pro bezpečné napájení celé řady elektronických zapojení a přístrojů. V některých aplikacích však má jejich výstupní napětí příliš velké zvlnění, které nepříznivě ovlivňuje citlivé obvody (zvláště nízkofrekvenční obvody a některé oscilátory).

Nabízí se jednoduchý způsob, jak tento nedostatek odstranit. V zapojení na obr. 78



Obr. 78. Zmenšení brumu

tranzistor násobí kapacitu kondenzátoru  $C$  svým proudovým zesilovacím činitelem (beta). Čím větší je zesílení  $T$ , tím lépe bude brum potlačen. Musíte však zvolit tranzistor, který bude vyhovovat pro proud, odebíraný napájeným obvodem.

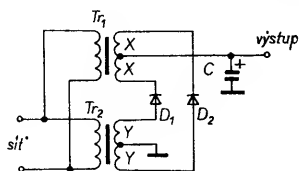
Je-li proud 100 mA nebo menší, vyhoví např. BC549 (a fakticky znásobí kapacitu kondenzátoru  $C$  asi 500 až 1000krát!). Při větším odběru proudu (asi do 0,5 A) lze použít jako  $T$  např. 2N3643, popř. BD139, 2N(KD)3055 apod.

Kapacitu kondenzátoru můžete zvětšit až na 1000  $\mu$ F (1 mF)

## Napájecí zdroj se starými transformátory

Máte-li ve svých zásobách staré transformátory s různými sekundárními napětími a chcete-li je využít k dosažení požadovaného napájecího napětí, ukážeme vám, jak na to.

Síťová primární vinutí se zapojí paralelně (obr. 79) a sekundární v sérii přes diody  $D_1$  a  $D_2$ , aby se dosáhlo požadovaného napětí. Výstupní napětí bude špičkovou hodnotou

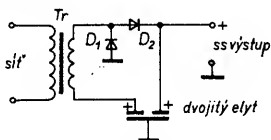


Obr. 79. Napájecí zdroj se starými transformátory

(1,41 násobek) efektivního napětí X a Y. Kapacita kondenzátoru C se volí obvyklým způsobem, aby se dosáhlo požadovaného vyhlazení. Kondenzátor by měl mít provozní napětí nejméně o 20 až 50 % větší (nebo i více), než je napětí stejnosměrného výstupu. Diody by měly být dimenzovány pro stejné, nebo větší napětí.

## Napájecí zdroj s dvojitým elektrolytickým kondenzátorem

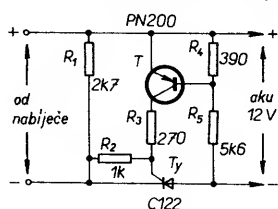
Dvojitě elektrolytické kondenzátory se dost často nacházejí ve starých zásobách, nebo se dají koupit levně ve výprodeji. Mohou ušetřit místo v napájecím zdroji jako je celovlnný zdvojovač napětí na obr. 80. Stejnoseměrné výstupní napětí je asi 2,8krát větší než efektivní napětí na sekundární straně transformátoru.



Obr. 80. Napájecí zdroj s dvojitým elektrolytickým kondenzátorem

## Ochrana nabíječe akumulátorů

Diody usměrňovače v nabíječi akumulátorů je možné chránit proti zkratům a nesprávnému připojení akumulátoru zapojením na obr. 81. Je založeno na skutečnosti, že i vybitá olověná akumulátorová baterie má určité svorkové napětí. Bez toho nemůže být otevřen tyristor  $T_y$ . Nabíječ v typickém případě dává na výstupu pulsní impulsy usměrněného střídavého napětí a při správně připo-



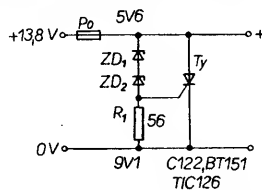
Obr. 81. Ochrana nabíječe akumulátorů

pojeném akumulátoru se  $T_y$  otevírá při každém cyklu usměrňovače, když jeho výstupní napětí překročí napětí baterie.

Není-li však na výstupních svorkách žádné napětí (je-li baterie odpojena nebo jsou zkratované vývody nebo je-li akumulátor připojen obráceně) tyristor nemůže vést. Také tehdy, je-li připojen akumulátor 6 V, tranzistor  $T$  nepovede a tedy nemůže vést ani  $T_y$ .

## Ochrana proti přepětí u napájecího zdroje

Jistě nechcete, aby se poškodil váš bateriový přijímač nebo televizor při napájení ze síťového zdroje obvykle 13,8 V, u kterého může nastat závada, jejímž výsledkem bude přepětí na výstupních svorkách.

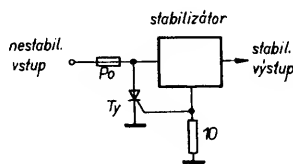


Obr. 82. Ochrana proti přepětí u napájecího zdroje

Zapojení na obr. 82 zkratuje výstup (pro napájení připojeného přístroje), když se na něm vyskytne přepětí. Když výstup zdroje přesáhne asi 15 V, začnou vést Zenerovy diody a připojená řídicí elektroda tyristoru  $T_y$  tento tyristor uvede do vodivého stavu. Sepnutí je velmi rychlé, tím se zkratuje zdroj a přeruší se pojistka. Tu je třeba volit podle proudu, odebíraného napájeným přístrojem.

## Ochrana proti předpětí u třívývodového stabilizátoru

Stabilizátor se třemi vývody je možné doplnit o ochranu proti přepětí tak, že se využije proud jeho referenčního vývodu pro sepnutí tyristoru, zkratujícího výstup nestabilizovaného napětí do stabilizátoru (obr. 83).



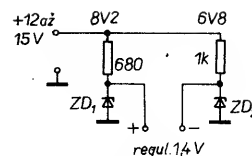
Obr. 83. Ochrana proti přepětí u třívývodového stabilizátoru

Když nestabilizované vstupní napětí bude příliš velké, značně se zvětší proud referenčního zdroje a sepne tyristor. Odpor rezistoru ve vývodu referenčního zdroje je třeba zvolit tak, aby vzniklo dostatečné předpětí pro spuštění tyristoru. Použijte tyristor s dostatečnou citlivostí.

## Velmi malé stabilizované napětí

Když potřebujete malé stabilizované napětí, můžete využít rozdílu mezi dvěma stabilizovanými napětími Zenerových diod, jak ukazuje příklad na obr. 84.

Rozdíl mezi 8,2 V a 6,8 V je 1,4 V. Při konstrukci je vždy třeba přesvědčit se, jsou-li obě Zenerovy diody zatíženy dostatečným proudem.

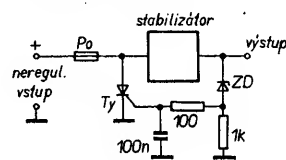


Obr. 84. Velmi malé stabilizované napětí

## Přepětíová ochrana napájecího zdroje

Porouchá-li se ve stabilizovaném napájecím zdroji sériový stabilizátor, může se na výstup dostat plně nestabilizované napětí, což může mít ničivé účinky na všechna zařízení, která jsou k výstupu připojena. Zapojení na obr. 85 v případě poruchy stabilizátoru rychle odpojí výstup.

Zenerovu diodu ZD je třeba zvolit tak, aby její Zenerovo napětí bylo mírně větší než je maximální výstupní napětí zdroje. Když bude výstupní napětí překračovat maximální velikost asi o 1 V, Zenerova dioda povede, úbytek napětí na sériovém rezistoru sepne tyristor, který přejde do vodivého stavu. Tím se přeruší pojistka, zapojená v sérii se vstupem stabilizátoru. Kondenzátor, blokující spínací elektrodu tyristoru, brání sepnutí tyristoru rušivými špičkami.

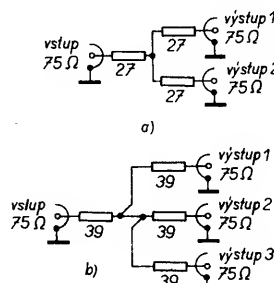


Obr. 85. Přepětíová ochrana napájecího zdroje

## VYSOKOFREKVENČNÍ OBVODY

### Rozbočovače pro televizi a video

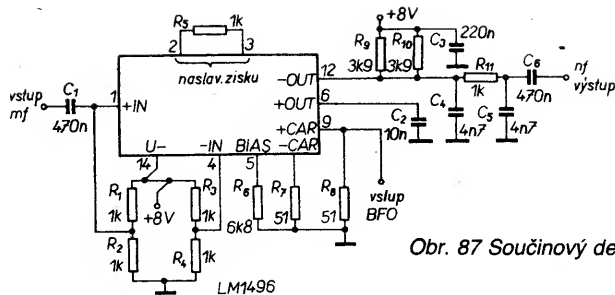
Na obr. 86 jsou rozbočovače (1 na 2 a 1 na 3) pro televizní a video aplikace. Když máte dva televizory a jednu anténu, nebo chcete používat televizor a video s jednou anténou, pak je vhodné použít obvod A. Ten zajišťuje dobré oddělení mezi vstupem 1 a výstupem 2 a při tom minimální útlum mezi vstupem a oběma výstupy. Obvod B je podobný, je však určen pro případy, když potřebujeme tři výstupy.



Obr. 86. Rozbočovače pro TV a video

Když odpojíte přístroj z nepoužívaného výstupu, nahraďte tuto zátěž zátěží umělou, kterou tvoří rezistor 75  $\Omega$  (dobře vyhoví dva rezistory 150  $\Omega$  paralelně).





Obr. 87 Součinný detektor pro SSB

## Produkt-detektor pro SSB

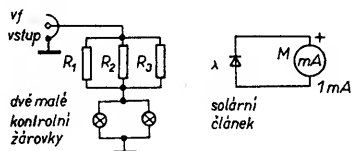
Dvojitý vyvážený modulátor (nebo čtyřkvadrantovou násobičku) LM1496 (LM1596) firmy National Semiconductor je možné použít jako vynikající produkt-detektor pro příjem s jedním postranním pásmem (obr. 87).

Signál BFO se přivádí do vstupu + pro nosnou obvodu 1496 (+ car.), přiměřená úroveň signálu je kolem 300 mV. Přicházející signál SSB z výstupu mezifrekvence přijímače se přivádí do vstupního portu +in. Zde by měla být úroveň signálu mezi 500 mV a 5 V. Kombinace  $R_{11} - C_4 - C_5$  zajišťuje odfiltrování zbytkových vysokofrekvenčních složek signálu.

## Neobvyklý vf wattmetr

Tento vf wattmetr a umělá zátěž používá jako citlivý detektor malého vf výkonu (5 W a méně) solární články. Kalibrovat lze takový wattmetr transformátorem o malém napětí!

Promlénem mnoha komerčních měřičů stojatého vlnění a vf výkonu je jejich nepřilíh velká citlivost při malých výkonech a také poměrně vysoká cena, která neodpovídá experimentování s relativně levnými obvody vysílačů QRP.



Obr. 88. Neobvyklý vf wattmetr

Zapojení na obr. 88 je jednoduché, poměrně levné a lze s ním měřit i velmi malé vf výkony. Dvě malé žárovky s malou spotřebou jsou umístěny na povrchu malého slunečního článku (nebo „kousku“ solární baterie). Ten snímá světlo obou žárovek. Protože světlo žárovek závisí na úrovni použitého vf výkonu a výstup článku napájí měřidlo, je světlo žárovek přímým měřítkem vstupního výkonu.

Odpor rezistorů  $R_1$ ,  $R_2$  a  $R_3$  a jejich výkonové dimenzování bude záviset na odporu žárovek a očekávaném maximálním výkonu. Pro maximální výkon 5 W vyhoví tři rezistory 68  $\Omega/2$  W; žárovky mohou být v typickém případě 6 V, 100 mA. Při tom bude výsledná zátěž dosti blízká 50  $\Omega$ .

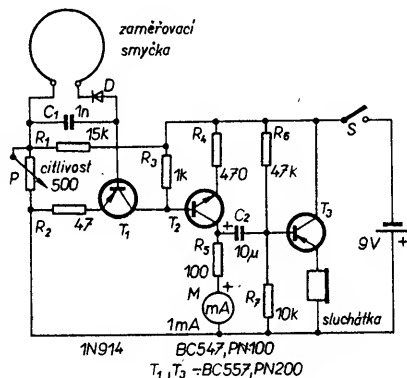
Pro kalibraci přístroje může být použit transformátor 15 V/1 A. Přivedení sekundárního napětí na vf vstup by mělo způsobit plnou výchylku ručky měřidla (nebo téměř plnou výchylku). Voltmetrem efektivní hodnoty je třeba ověřit, je-li na vf vstupu napětí 15 až 16 V. Plnou výchylku ručky měřidla je možné nastavit změnou vzdálenosti mezi žárovkami a solárním článkem. Pro kalibraci k měření menších výkonů je možné použít do série zapojený drátový potenciometr

1000  $\Omega$  a pro kontrolu nastavených napětí použít efektivní voltmetr.

S tímto zapojením je možné dosáhnout přesnosti 5 až 10 %, což je pro experimentování zcela dostatečné.

## Vf zaměřovač

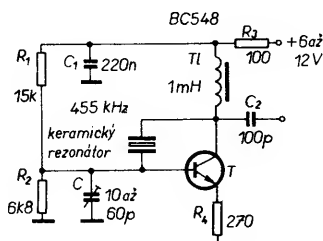
Tento malý přístroj (obr. 89) může být použit při hledání ukrytých vysílačů (hon na lišku), když se dostanete do blízkosti vysílače a tradiční směrový přijímač selže, nebo jako monitor vysílače (při stabilní montáži). Není třeba žádné ladění. Přístroj je napájen z baterie 9 V.



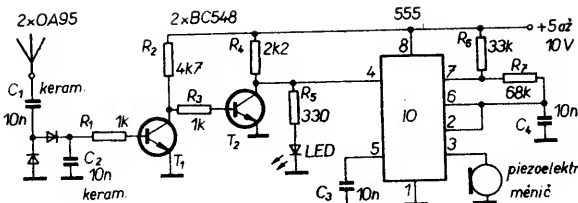
Obr. 89. Vf zaměřovač

Smyčková anténa může mít libovolný vhodný rozměr – pro hon na lišku to může být kolem 250 mm, i méně. Na vhodném kousku materiálu pro plošné spoje můžete vylepat kruhovou nebo čtvercovou velmi robustní anténu. Ostatní součástky můžete na této desce také umístit. Smyčka může mít délku vlny na určitém kmitočtu (jen v oblasti VHF, jinak by byla příliš velká), nebo lze použít skládaný dipól.

Pracovní bod tranzistoru  $T_1$  je nastaven diodou D a rezistorem  $R_1$ ; změna nastavení je možná potenciometrem P, kterým se mění citlivost. Kombinace D –  $C_1$  usměrňuje signál, zachycený smyčkovou anténou. Výstupní signál detektoru je stejnosměrně zesilován tranzistorem  $T_2$  a způsobuje výchylku ručky měřidla v kolektorovém obvodu  $T_2$ .



Obr. 90. Mf oscilátor



Obr. 91. Monitor telegrafního vysílání

Případná amplitudová modulace přijímaného signálu je zesílena na kolektoru  $T_2$ . Kolektor je kapacitní vazbou spojen s bází  $T_3$ ,  $T_3$  signál opět zesílí a zesílený signál je přiveden na sluchátka dynamického typu (malé či střední impedance). Pokud se požaduje pouze indikace měřidlem, může být tento poslední stupeň vynechán.

## Mf oscilátor

Běžný keramický mf rezonátor 455 kHz může být použit jako prvek, určující kmitočet oscilátoru pro sladování, nebo záznamového oscilátoru BFO v jednoduchém zapojení na obr. 90.

Použitý rezonátor s dvěma vývody je kmitočtově závislou propustí pro zesilovací stupně. Na obr. 90 je zapojen mezi kolektor a bází tranzistorového zesilovače pro dosažení zpětné vazby na kmitočtu rezonátoru. Kapacitní trimr C dává možnost poněkud doladit kmitočet v aplikacích pro BFO. Modulační signál může být na oscilátor případně přiveden z nf zdroje kapacitní vazbou s malou impedancí do emitoru  $T$ . Jako tranzistor mohou být použity různé typy tranzistorů malého výkonu.

## Monitor telegrafního vysílání

Pro radioamatéry, kteří jsou nadšenými telegrafními operátory, poskytuje jednoduché zapojení na obr. 91 možnost monitorování vzdušnou cestou, které pracuje na všech pásmech, až do dvou metrů, a to bez nutnosti ladění. Poskytuje zvukovou i vizuální indikaci s použitím piezoelektrického měniče a diody LED.

Vysokofrekvenční signál je snímán anténou, která je připojena ke zdvojovacímu napětí, sestavenému ze dvou germaniových hrotových diod. Výstupním napětím zdvojovače se nabíjí  $C_2$ , který dodává proud báze pro  $T_1$ . Ten se otevírá na dobu trvání teče a čárek:  $C_2$  rychle vybije asi na 0,5 V proudem báze  $T_1$  při každém vf impulsu.

Za normálních okolností  $T_2$  povede, protože dostává proud do báze přes  $R_2$  a  $R_3$ . Tím je držen vývod 4 obvodu 555 na nízké úrovni, čímž je 555 blokovan. Při každém vf impulsu  $T_1$  spíná a  $T_2$  je vypnut. Obvod 555 tedy bude oscilovat v době trvání každého vf impulsu. Je nastaven tak, aby oscilloval na vysokém akustickém kmitočtu, který je reprodukován piezoelektrickým měničem. Při vypnutí  $T_2$  každým vf impulsem se také rozsvítí LED proudem protékajícím přes  $R_4$  a  $R_5$ .

Toto zapojení můžete napájet z libovolného zdroje o napětí 5 až 10 V. Pro zmenšení hlasitosti piezoelektrického měniče můžete zapojit rezistor do série mezi vývod obvodu 555 a měnič. Vyhoví rezistor s odporem několika set až tisíc ohmů. Jako anténu je možné použít krátký teleskopický „bič“, na-



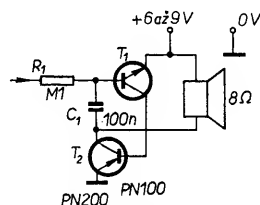
stupeň navržen též s velkou vstupní impedancí.  $T_1$  je zapojen jako emitorový sledovač, signál je přes  $C_3$  vázán do báze  $T_2$ , zapojeného jako stupeň se společným kolektorem. Toto zapojení umožnilo dobře oddělit vstupní a výstupní obvod.

Emitor  $T_2$  je přímo vázán na další stupeň,  $T_3$ , zapojený jako zesilovač se společným emitemorem. Jeho kolektor je připojen přímo do báze tranzistoru  $T_4$ , emitorového sledovače (zapojení se společným kolektorem). Stupeň s  $T_4$  zajišťuje malou impedanci výstupu, který má kapacitní vazbu přes  $C_9$ . Pro vysoké kmitočty se uplatňuje pouze část kolektorové zátěže  $T_3$ , zatěžovací odpor je totiž složen ze dvou rezistorů, z nichž jeden je blokován kondenzátorem  $C_4$ .

Celé zapojení je napájeno z malé baterie 9 V, protože odběr proudu je velmi malý.

### Akustická indikace pro měřič poměru stojatých vln

Připojte tento jednoduchý oscilátor ke stejnosměrnému výstupu zpětného výkonu na měřiči SWR, získáte tak indikaci nf tónem,



Obr. 98. Akustická indikace pro měřič poměru stojatých vln

odpovídajícím velikosti SWR. Při minimálním SWR bude mít tón také minimální kmitočty. Oscilátor je samozřejmě možné použít i pro jiné účely.

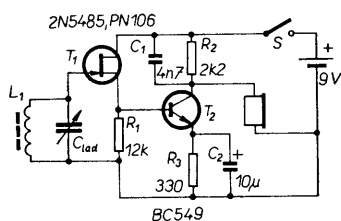
### Přijímač AM s tranzistorem řízeným polem

Tento malý přijímač AM pro střední vlny pracuje velmi dobře, přestože má tak málo součástek (obr. 99).

Cívku  $L_1$  a ladící kondenzátor je možné použít ze zrušeného tranzistorového přijímače,  $L_1$  je cívka feritové antény.

Tranzistor JFET,  $T_1$  se používá jako emitorový sledovač přímo vázaný s tranzistorem  $T_2$ , který se zde používá jako zesilovač a detektor (v ohybu kolektorové charakteristiky). Nf signál se objeví na rezistoru  $R_2$ .  $C_1$  blokuje detekovaný vf signál. Emitorový rezistor tranzistoru  $T_2$ ,  $R_3$ , je přemostěn kondenzátorem  $C_2$ , který by pro nejlepší výsledky měl být tantalový. Pro dosažení dobré úrovně nf hlasitosti použijte sluchátka s velkou impedancí.

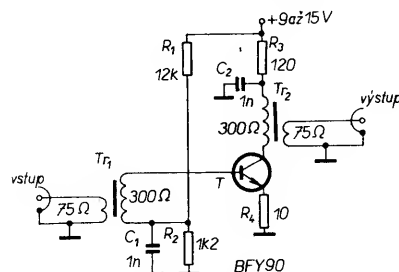
Zapojení může být napájeno baterií 9 V pro tranzistorové přijímače.



Obr. 99. Přijímač AM s tranzistorem FET

### TV zesilovač s transformátory

TV zesilovač pro širokopásmový příjem s malým šumem je jednoduchý – obr. 100



Obr. 100. Zesilovač TV s transformátory

– s jeho sestavením by neměly být potíže. Nevyžaduje žádné ladění.

Standardní symetizační anténní člen  $Tr_1$  pro TV přivádí vstupní signály ze sousedního kabelu do báze  $T$  (BFY90). Předpětí báze tranzistoru zajišťuje dělič  $R_1$ ,  $R_2$ , blokováný kondenzátorem  $C_1$ , přičemž proud protéká vinutím 300 Ω vstupního transformátoru.

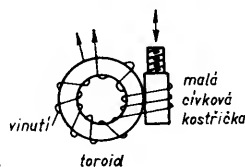
Mírnou zápornou zpětnou vazbu v obvodu  $T$  zavádí  $R_4$ . Další transformátor,  $Tr_2$ , stejný jako  $Tr_1$ , přivádí signál na výstupní souosý konektor, kolektorové napětí pro  $T$  se přivádí přes vinutí 300 Ω výstupního transformátoru a je filtrováno rezistorem  $R_3$  a kondenzátorem  $C_2$ .

Zapojení může být napájeno z baterie 9 V nebo z jiného vhodného zdroje až do 15 V. Všechny přívody musí být krátké a vstup i výstup musí být umístěny tak, aby se zabránilo vazbě, která by mohla vést k nežádoucím oscilacím.

### Laditelná cívka na toroidu

Nedostatkem toroidních cívek v laděných obvodech je skutečnost, že jejich indukčnost je více méně pevná. Vzdálením nebo přiblížením jednotlivých závitů na toroidu lze dosáhnout sice určité změny indukčnosti, často však pro praktické použití nedostatečné.

Přilepením malé cívkové kostičky, laděné jádrem, k boku toroidu, a navinutím části závitů přes ni, jak ukazuje obr. 101, dosáhnete možnosti ladit cívky na toroidních jádrech.

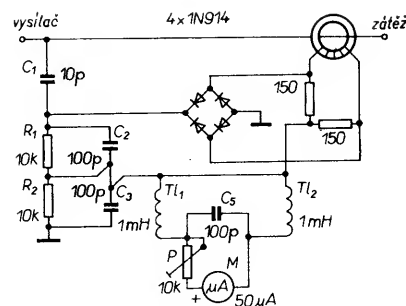


Obr. 101. Cívka s proměnnou indukčností (toroid)

### Vf wattmetr s lineární stupnicí

Standardní můstkový vf reflektometr (měřič poměru stojatých vln) můžete upravit na jednoduchý vf wattmetr s lineární stupnicí (obr. 102) podle následujícího popisu.

Místo usměrňovačů, vytvářejících ss napětí odpovídající „dopřednému“ a „odraženému“ výkonu, detekovanému toroidním proudovým transformátorem z vedení k anténě, se použije diodový můstek, který je napájen jednak signálem, snímaným kon-



Obr. 102. Vf wattmetr s lineární stupnicí

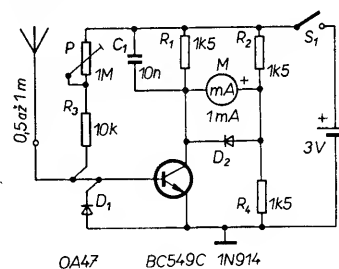
denzátoem  $C_1$  a jednak proudem protékajícím anténním svodem, snímaným toroidním transformátorem. Výsledkem je výstupní ss napětí, proporcionální výkonu na anténním svodu. Potenciometr  $P$  slouží k nastavení maximální výchylky měřidla  $M$  (50  $\mu$ A).

Vedení mezi vysílačem a zátěží by mělo být krátké, jen tak dlouhé, aby mohl být na ně nasunut toroid, který má 18 závitů. Všechny spoje by měly být krátké, s výjimkou přívodu  $k$   $P$  a měřidlu.

### Citlivý měřič intenzity pole

Měřič intenzity pole podle obr. 103 pracuje dobře od velmi nízkých kmitočtů až po VHF. Jako přijímací anténa se používá krátký, teleskopický „bič“. Signály jsou jednocestně usměrňovány diodou  $D_1$ , výsledné kladné impulsy jsou přiváděny do báze  $T_1$ , která dostává malé předpětí přes  $P_1$  a  $R_3$ .

Měřidlo je zapojeno v úhlopříčce měřícího můstku, u něhož dráhá kolektor – emitor a  $R_4$  tvoří dolní větev, rezistory  $R_1$  a  $R_2$  horní větve. Proud protékající kolektorem tranzistoru přes  $R_1$  způsobí nerovnováhu můstku a měřidlem pak protéká proud. Měřidlo se nuluje trimrem  $P$  změnou proudu do báze tranzistoru. Kondenzátor  $C_1$  odstraňuje usměrňovanou vf složku na kolektoru tranzistoru. Dioda  $D_2$  přemostující měřidlo brání jeho přetížení.



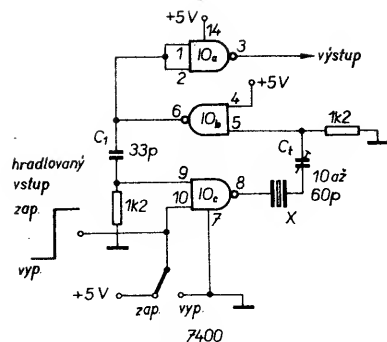
Obr. 103. Citlivý měřič intenzity pole

Pro napájení tohoto velmi citlivého přístroje stačí baterie 3 V. Dioda  $D_1$  je germaniová (pro dosažení nejlepší citlivosti), ačkoli stačí i obyčejná křemíková dioda, jako je 1N914, za cenu určitého omezení citlivosti (při slabých signálech).

### „Hradlový“ krystalový oscilátor

Pro aplikace, v nichž je třeba zapínat a vypínat krystalem řízený oscilátor přepínačem a/nebo digitálním signálem, vyhoví obvod na obr. 104.

Dvě hradla NAND obvodu 7400 tvoří krys-

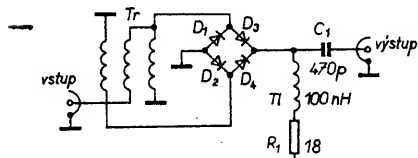


Obr. 104. Hradlový krystalový oscilátor

talový oscilátor. Kapacitní trimr  $C_T$  umožňuje doladit kmitočet, pokud je to třeba, na požadovanou velikost. Jinak může být nahrazen kondenzátorem 33 pF.  $IO_{1a}$  je použit jako oddělovací obvod. Jeden ze vstupů  $IO_{1c}$  se používá pro vypnutí oscilátoru signálem úrovně log. 0, signálem log. 1 se oscilátor zapíná.

### Širokopásmový zdvojovač kmitočtu

K rozšíření kmitočtového rozsahu signálního generátoru je velmi vhodný např. zdvojovač kmitočtu na obr. 105. Používá diodový můstkový usměrňovač, napájený vstupním transformátorem Tr. Tlumivka Tl a rezistor tvoří zátěž můstkového usměrňovače.  $C_1$  zajišťuje stejnosměrné oddělení výstupu. Vstupní transformátor může být navinut na standardní feritové jádro pro symetrizační



Obr. 105. Širokopásmový zdvojovač kmitočtu

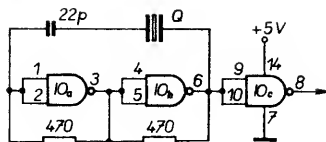
transformátory se dvěma děrami. Použijte tři kousky tenkého propojovacího vodiče o délce asi půl metru a zkrutě je dohromady (asi tři zkruty na centimetr). Pak naviňte tuto „trifilární“ kombinaci kolem středního jádra feritu. Tato tři vinutí zapojte podle schématu. Jako diody byly v originálu použity Schottkyho diody H-P typ 5802-2800.

Všechny spoje musí být co nejkratší, aby byla kmitočtová charakteristika co nejvýhodnější. Tím se zajistí, že zapojení bude pracovat až do oblasti VHF. Vstupní a výstupní impedance je asi 50 Ω.

### Krystalový oscilátor TTL

O krystalových oscilátorech, které používají logické obvody TTL, se často říká, že trpí nespolehlivým startem, přerušovaným kmitáním a dalšími problémy. Zapojení na obr. 106 pracuje však vždy spolehlivě!

Dvojice dvoustupňových hradel NAND je zapojena do série jako neinverující oddělovací stupeň. Vazbu mezi vstupem a výstupem každého stupně tvoří rezistory 470 Ω. Krystal na svém rezonančním kmitočtu obra-



Obr. 106. Krystalový oscilátor TTL

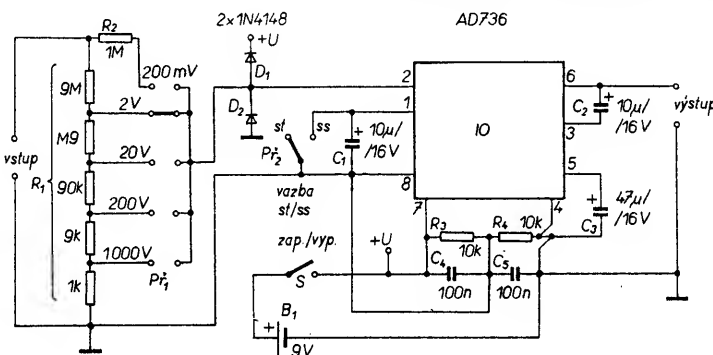
cí fázi s nulovým posuvem, zajišťuje kladnou zpětnou vazbu a kmitá tedy pouze na tomto kmitočtu. Další hradlo se používá jako oddělovací stupeň.

Zapojení pracuje s logickými obvody řady 74, 74LS i 74HCT.

## ZKOUŠECÍ – TESTOVACÍ PŘÍSTROJE

### Převodník efektivní hodnoty na stejnosměrnou

Pokud váš digitální multimetr (nebo analogový multimetr) neměří efektivní hodnotu střídavého napětí, bude doplněk na obr. 107 velmi užitečný.



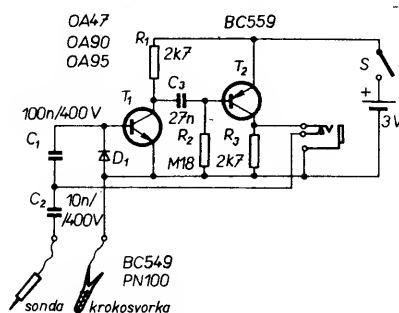
Obr. 107. Převodník efektivní hodnoty na ss napětí

V tomto zapojení konvertuje i efektivní hodnoty (RMS) na ss napětí převodník efektivní hodnoty AD736 firmy Analog Devices (IO). Přepínač  $P_1$  a  $R_1, R_2$  vytvářejí požadované vstupní zeslabení, diody  $D_1$  a  $D_2$  zajišťují omezení proti přetížení. Přepínač  $P_2$  umožňuje volit střídavou nebo stejnosměrnou vazbu.

Výstup se připojuje ke vstupu multimetru, nastavenému na rozsah 200 mV. Zapojení může být napájeno z baterie 9 V pro tranzistorové přijímače.

### Sledovač a generátor signálu

Pozoruhodně jednoduchý obvod na obr. 108 může být použit při opravách nízkofrek-



Obr. 108. Sledovač a generátor signálu

venčních a rozhlasových přijímačů AM.

Se sluchátkem s velkou impedancí, připojeným do konektoru, je to sledovač signálu. Připojte krokosvorku k zemi obvodu a sondou kontrolujte body zkoušeného zapojení. Všechny vf signály jsou usměrněny diodou  $D_1$  a nízkofrekvenční signál je zesilován tranzistory  $T_1$  a  $T_2$ .

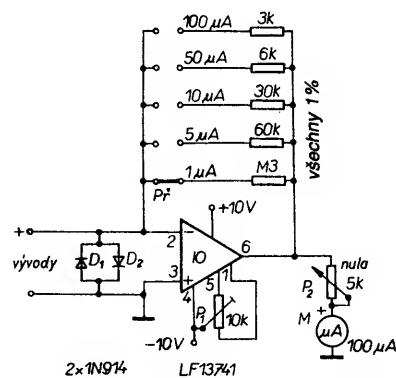
Při odpojení sluchátka se zapojení stává oscilátorem, jehož výstup je vyveden na sondu.

Jako  $C_1$  a  $C_2$  je třeba s ohledem na bezpečnost použít kondenzátory na 400 V. Přístroj odebírá velmi malý proud, takže baterie vydrží po dlouhou dobu, i když přístroj nevytáhnete. Je dokonce možné použít baterii 1,5 V.

### Citlivý mikroampérmetr

V zapojení na obr. 109 je možné měřit proudy až do jednoho mikroampéru na plnou výchylku, což dovoluje snadno měřit i tak malé proudy, jako je 100 nanoampér.

Zapojení je založeno na použití přesného operačního zesilovače se vstupním J-FET (National Semiconductor LF13741).  $P_1$  je odporový trimr pro počáteční vyrovnání of-



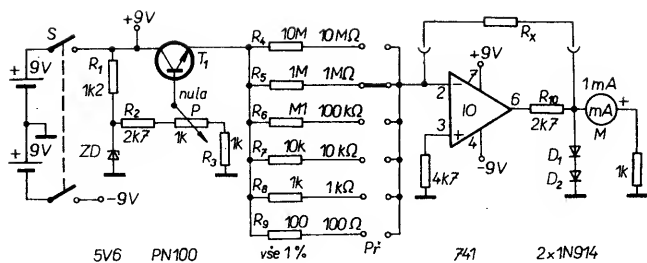
Obr. 109. Citlivý mikroampérmetr

setu. Opakované nastavení bude potřebovat integrovaný obvod jen zřídka. Potenciometrem  $P_2$  se nastavuje nula měřidla.

Zesílení operačního zesilovače se volí přepínačem tak, aby výchylka ručky byla co největší (rezistor ve zpětné vazbě). Diody  $D_1$  a  $D_2$  omezují vstupní napětí na 0,6 V a zajišťují tak určitou ochranu přístroje.

### Ohmmetr s lineární stupnicí

Ohmmetr s lineární stupnicí je mnohem výhodnější než běžné ohmmetry, pokud jste ovšem ochotni vyklopit potřebnou částku za digitální multimetr. Zapojení na obr. 110 bude levnější!



Obr. 110. Ohmmetr s lineární stupnicí

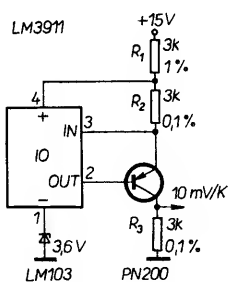
Zdroj konstantního proudu, zahrnující  $T_1$  a rezistor zvoleného rozsahu ( $R_4$  až  $R_9$ ) dodává konstantní proud pro invertující vstup operačního zesilovače IO. Neznámý rezistor se zapojí mezi invertující vstup operačního zesilovače a jeho výstup. Výstupní napětí bude lineárně úměrné poměru odporu měřeného rezistoru k odporu rezistoru zvoleného rozsahu.

$R_{10}$  omezuje maximální výstupní proud IO, diody  $D_1$  a  $D_2$  omezují napětí v obvodu měřidla a zamezují přetížení měřidla.

Všechny rezistory pro určení rozsahů jsou typy s přesností 1 nebo 2 %, měřidlo má třídu přesnosti asi 2, P dovoluje nastavit proud zdroje a tím i nulu měřidla. Pro napájení přístroje se používají dvě baterie 9 V nebo souměrný síťový zdroj s dobře vyhlazeným napětím  $\pm 9$  V.

### Elektronický teploměr

Elektronický teploměr na obr. 111 využívá levného obvodu National LM3911, který je vhodný pro měření teploty vzduchu, ale méně vhodný pro aplikace s kontaktním měřením teploty. Výstupní signál IO budí bázi tranzistoru, jehož kolektorový proud je nastaven tak, aby se na výstupu měnilo napětí o 10 mV na stupeň Kelvina. Záporný vývod obvodu LM3911 dostává napětí z přesné referenční diody Zenerova typu LM103 ( $U_Z = 3,6$  V).



Obr. 111. Elektronický teploměr

Jako  $R_2$  a  $R_3$  jsou specifikovány rezistory o přesnosti 0,1 %, mohou však být použity i rezistory 1 %, pokud je možné připustit menší přesnost měření.

### Měřič kapacity s lineární stupnicí

Použitím zapojení na obr. 112 je možné zhotovit velmi šikovný přístroj, který je dobře mít v dílně po ruce. Určitě bude využit!

Kapacitu je možné měřit v podstatě s přesností použitého měřidla. Běžné panelové měřidlo má při třídě 2,5 přesnost 2,5 %, takže kapacitu kondenzátorů lze měřit s přesností lepší, než má většina běžných kondenzátorů.

$T_1$  tvoří relaxační oscilátor UJT, dodávající na rezistoru  $R_4$  krátké impulsy. Každý impuls

Obr. 112. Měřič kapacity s lineární stupnicí

otevřít  $T_2$ , jehož kolektorové napětí se v době trvání impulsu zmenší a spouští obvod 555.  $T_1$  osciluje na kmitočtu kolem 1 kHz, integrovaný obvod 555 je tedy spouštěn přibližně každou milisekundu.

Mezi spouštěcími impulsy je vývod 2 obvodu 555 držen ve stavu log. 1, čímž se nastavuje vnitřní klopný obvod, zapíná vnitřní pomocný tranzistor, zkratuje vývod 7 na zem a tím se zkratuje kondenzátor neznámé kapacity  $C_x$ .

Když se spustí 555, zkrat na  $C_x$  se uvolní a měřený kondenzátor se nabíjí přes jeden z rezistorů, zvolených přepínačem rozsahů. Napětí na  $C_x$  se pak exponenciálně zvětšuje po dobu, která je určena kapacitou  $C_x$  a odporem rezistoru zvoleného rozsahu, tedy:

$$t = 1,1 R_x C_x$$

kde  $R_x$  je odpor rezistoru rozsahu. Na konci této periody komparátor obvodu 555 nuluje klopný obvod, což způsobí sepnutí vnitřního pomocného tranzistoru, který  $C_x$  vybije. Vývod 3 obvodu 555 opět přechází do nuly a tento cyklus se opakuje při každém spuštění obvodu 555.

Protože rezistor rozsahu je pevný, poměr zapnutí k vypnutí výstupního impulsu bude určen kapacitou  $C_x$  neznámého kondenzátoru a bude nezávislý na kmitočtu oscilací  $T_1$ .

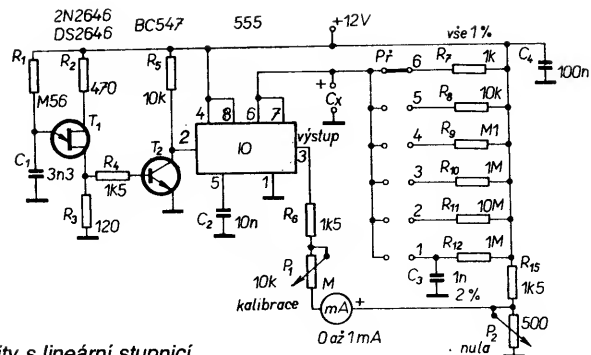
Vývod 3 obvodu 555 dodává proud přes  $R_6$  a  $P_1$  do měřidla, to ukazuje výchylku úměrnou poměru zapnutí a vypnutí. Protože výstupní napětí na vývodu 3 nemění své stavy od 0 V do napětí zdroje, je výstupní ss offset kompenzován kladným napětím (na „kladném“ vývodu měřidla), přiváděným z děliče  $R_{13} - P_2$ . Potenciometr  $P_2$  se tedy používá k nastavení nuly měřidla.

Všechny rezistory rozsahů jsou typy s přesností 1 %, ale vyhoví i přesnost 2 %. Poloha 1 na přepínači rozsahů je určena pro kalibraci, kondenzátor  $C_3$  je slídový nebo polyesterový s přesností 2 %. Toto uspořádání dovoluje nastavit trimrem  $P_1$  plnou výchylku ručky měřidla bez připojení vnějšího kondenzátoru.

Další polohy přepínače rozsahů jsou: v poloze 2 100 pF na plnou výchylku, v poloze 3 1 nF, v poloze 4 10 nF, v poloze 5 100 nF a poloha 6 odpovídá 1  $\mu$ F na plnou výchylku ručky.

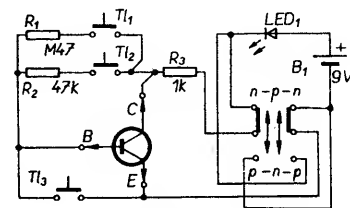
Nastavení nuly se v praxi používá jen na rozsahu 100 pF. Spojе svorek  $C_x$ ,  $P_1$  a 555 by měly být co nejkratší.

Když použijete jako měřidlo přístroj s citlivostí 500  $\mu$ A, bude jeho plná výchylka odpovídat rozsahům 50 pF až 500 nF. Při použití obvodu 556 může být jedna jeho polovina použita jako náhrada tranzistorů  $T_1$  a  $T_2$ .



### Zkoušeč tranzistorů dobrý/vadný

Máte ve svých zásobách hodně použitých tranzistorů? Jednoduchý zkoušeč na obr. 113 vám umožní zjistit, který si ponechat, a které raději vyhodit.

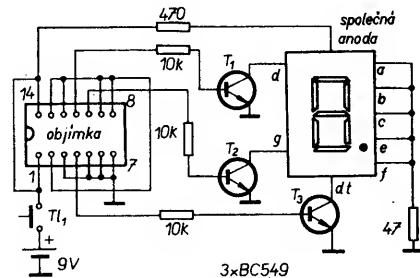


Obr. 113. Zkoušeč tranzistorů dobrý – vadný

Zjistíte vývody báze, emitoru a kolektoru, přepnete přepínač podle typu tranzistoru do polohy p-n-p nebo n-p-n, tranzistor připojíte. Při stisknutí tlačítka  $T_1$  se pro tranzistory se středním a velkým zesílením rozsvítí dioda LED. Pokud se nerozsvítí nebo jenom slabě žhne, stisknete  $T_2$ , dioda LED by se měla rozsvítit, což indikuje součástku s malým zesílením. Stisknete tlačítko  $T_3$  pro kontrolu zbytkového proudu. LED nemá svítit vůbec, nebo jen slabě.

### Identifikace hradel CMOS

Máte ve svých zásobách hodně hradel CMOS a potřebujete je rozřadit podle typů? Použijte jednoduchý tester na obr. 114.



Obr. 114. Indikace hradel CMOS

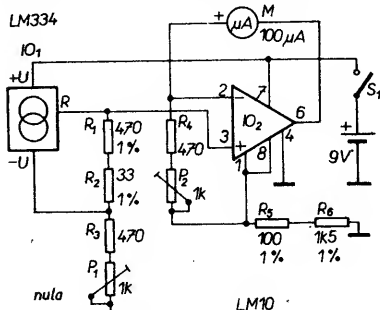
Standardní čtveřice hradel se naštěstí vyrábí v pouzdrech DIL o 14 vývodech. Zasuňte je do zkoušební objímky, stisknete  $T_1$  a údaj displeje:

„A“ znamená, že jde o hradla AND,  
„A.“ znamená, že jde o hradla NAND,  
„O“ znamená, že jde o hradla OR,  
„O.“ znamená, že jde o hradla NOR.



## Elektronický teploměr

Základem tohoto velmi dobrého teploměru s rozsahem 0 až 100 °C je přesný proudový zdroj/snímač teploty LM334 firmy National Semiconductors. V zapojení na obr. 115 dodává  $IO_1$  proměnné napětí na vstup přes-



Obr. 115. Elektronický teploměr

ného operačního zesilovače  $IO_2$ .

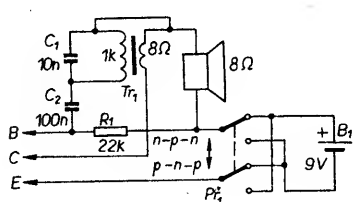
Kombinace rezistorů  $R_1 - R_2 - R_3 - P_1$  zajišťuje potřebné předpětí pro  $IO_1$ , potenciometrem  $P_1$  se nastavuje 0 °C.

Protože měřidlo je ve zpětnovazebním obvodu  $IO_2$  a  $R_4$ ,  $P_2$  určuje zpětnou vazbu, je potenciometr  $P_2$  určen k nastavení maxima teplotního rozsahu. Použijte keramické odporové trimry a rezistory 1 %. Přístroj je možné kalibrovat například ponořením  $IO_1$  do tající ledové vody pro nulový bod a do vody na počátku varu pro 100 °C.

## Zkoušeč tranzistorů v zapojeném stavu (in-circuit)

Tento šikovný malý zkoušeč (obr. 116) dovoluje kontrolovat tranzistory zapojené v obvodech, což je ideální pro opravy a údržbu.

Vývody zkoušeče s označením báze, emitor, kolektor jsou opatřeny stiskacími háčkovými svorkami, takže je lze připojit k vývodům měřeného tranzistoru na desce s plošnými spoji nebo tam, kde je tranzistor umístěn.

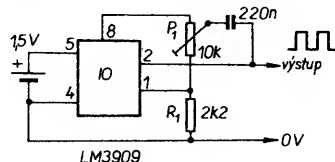


Obr. 116. Zkoušeč tranzistorů v zapojeném stavu (in-circuit)

Zapojení tvoří jednoduchý zpětnovazební nízkofrekvenční oscilátor, s primárním vinutím transformátoru nalaďeným kondenzátorem  $C_1$  a zpětnou vazbou báze – emitor, zajištěnou kondenzátorem  $C_2$  a sekundárním vinutím  $Tr$ , což je běžný nízkofrekvenční transformátor. Proud báze dodává  $R_2$ . Reproduktor může být malý typ o  $\varnothing$  50 mm, vyhoví však každý reproduktor vhodného rozměru, dokonce ani jeho impedance není příliš důležitá.

## Miniaturní generátor signálu

Integrovaný obvod LM3909 může být zapojen jako nízkofrekvenční impulsní generátor a použit jako zdroj signálu při hledání závad v elektronických přístrojích (obr. 117). Protože generátor může být napájen z baterie 1,5 V, může být zhotoven jako „tužkový“, případně umístěn do pouzdra sondy. Zem generátoru se se zemí přístroje spojuje jediným vodičem s krokosvorkou, výstup signálu je na hrotu sondy. I když je spotřeba proudu sondy velmi malá, doporučujeme do přívodu kladného napětí baterie zapojit spínač.

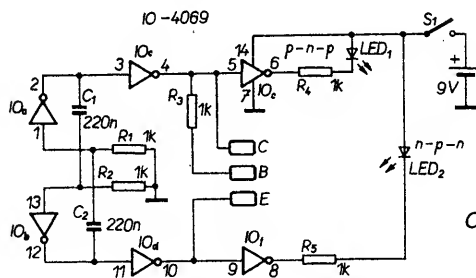


Obr. 117. Miniaturní generátor signálu

## Zkoušeč pro třídění tranzistorů n-p-n, p-n-p

Potřebujete rozlišit tranzistory ve svých zásobách na typy p-n-p a n-p-n? Žádný problém! Použijte zapojení na obr. 118.

Zapojení používá klopný obvod, který budi oddělovací stupně, jejichž výstupy napájejí dvě diody LED. Když připojíte tranzistor n-p-n, buzení  $IO_{1c}$  je blokováno, protože tranzistor vede vždy, když výstup  $IO_{1c}$  přejde do stavu log. 1, svítí tedy pouze LED 2. Kmitočet oscilací klopného obvodu  $IO_{1a}$  a  $IO_{1b}$  je velmi vysoký a setrvačnost zraku zajišťuje, že vidíme pouze trvale svítící diodu LED.



Obr. 118. Zkoušeč pro třídění tranzistorů (p-n-p – n-p-n)

Při připojení tranzistoru p-n-p je buzení  $IO_{1b}$  blokováno, protože tranzistor vede, když je výstup  $IO_{1b}$  ve stavu log. 1 – a to dovoluje svítit pouze diodě LED 1.

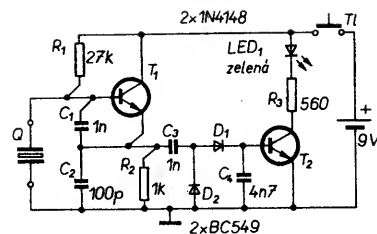
## Širokopásmový zkoušeč krystalů

Zkoušeč krystalů na obr. 119 pracuje s krystaly, které mají základní kmitočet až do 20 MHz (i vyšší).

$T_1$  je zapojen jako standardní „širokopásmový“ Colpittsův oscilátor. Výstupní signál se odebrá z jeho emitoru a je usměrňován zdvojovačem napětí, který dodává proud do báze  $T_2$ . Když je krystal dobrý, bude oscilovat a výsledné usměrňené vlnové napětí sepnou tranzistor  $T_2$ , jehož kolektorový proud rozsvítí diodu LED.

Zapojení může být napájeno z baterie 9 V pro tranzistorové přijímače, ale baterie 4,5 V nebo 6 V vyhoví také. Stisknete tlačítko a sledujete diodu LED!

Pro připojení krystalů s patičí je možné paralelně propojit řadu objímek pro všechny typy krystalů, které mají být zkoušeny; pro



Obr. 119. Širokopásmový zkoušeč krystalů

krystaly s drátovými vývody použijte stiskací svorky.

## OBVODY S TRANZISTORY UJT

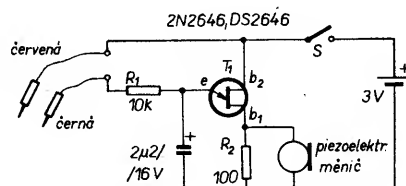
(případně s jejich náhradami běžnými tranzistory)

## Zkoušečka propojení s akustickou indikací

Akustické zkoušečky jsou praktické – nemusíte sledovat stupnici měřidla, ale soustředíte se na to, kam připojujete sondy!

Tranzistor UJT (viz str. 160) je na obr. 120 zapojen jako jednoduchý oscilátor v nízkofrekvenční oblasti a používá jako zvukový výstup piezoelektrický měnič.

Když se propojí červená a černá sonda, uzavře se obvod oscilátoru,  $T_1$  osciluje a napěťové impulsy na rezistoru budi piezoelektrický měnič – slyšíte tón. Výšku tónu oscilátoru můžete měnit změnou kapacity kondenzátoru 2,2 μF, nebo změnou odporu rezistoru  $R_1$ . Když je odpor zkoušeného obvodu kolem 1 kΩ, nebo větší, je výstupní tón nižší, než při propojení sond dokrátká.

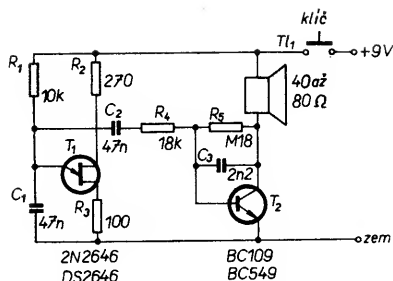


Obr. 120. Zkoušečka propojení s akustickou indikací

## Zkoušeč krystalů s UJT

Zbyly vám v šuplíku nějaké krystaly a nevíte, jsou-li dobré či nikoli? Vyzkoušejte je jednoduchým zkoušečem krystalů dobrý/vadný na obr. 121.

V zapojení je použit dvoubázový tranzistor UJT (2N2646, DS2646), zapojený jako zpětnovazební oscilátor. Když krystal kmitá, vzniká na vlnivce v bázi 1 tranzistoru vlnové napětí. Toto napětí se usměrňuje germaniovou diodou, nabíjí  $C_3$  a rozsvítí diodu LED. Nejlépe je použít LED s velkým jasnem pro



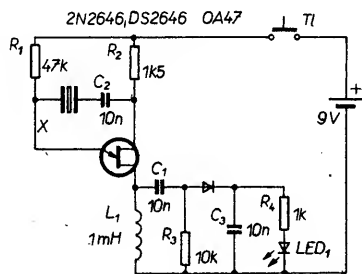
Obr. 121. Zkoušečka krystalů s UJT

dosažení nejlepší citlivosti; tyto diody svítí při proudu menším než 1 mA.

Zapojení je napájeno z baterie 9 V pro tranzistorové přijímače. Pro připojení krystalů je možné zapojit paralelně několik objímek pro různé rozteče vývodů krystalů; pro krystaly s drátovými vývody použijte stiskací svorky. Pak stisknete tlačítko na několik sekund a pozorujete, rozsvítí-li se dioda LED. Zapojení pracuje s krystaly do 7 až 8 MHz (maximální kmitočet závisí i na vlastnostech jednotlivých UJT). Krystaly pro harmonické kmitočty se základním kmitočtem v tomto rozsahu budou pracovat také. Přípravek je velmi vhodný pro zkoušení počítačových „hodinových“ krystalů, televizních krystalů a ostatních nízkofrekvenčních krystalů.

### Oscilátor UJT pro výcvik telegrafie

Sestavte si oscilátor pro nácvik morseovky s jedním UJT, tranzistorem a několika dalšími součástkami podle obr. 122!



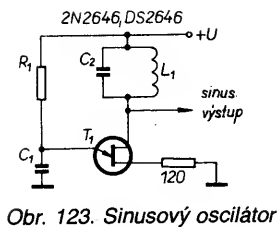
Obr. 122. Oscilátor s UJT pro výcvik telegrafie

$T_1$  je zapojen jako konvenční oscilátor UJT, pracující na kmitočtu několika set Hz. Signál pilovitého průběhu na kondenzátoru  $C_1$  má amplitudu několik voltů a přivádí se do báze výstupního zesilovače  $T_2$  přes  $C_2$  (stejnoseměrné oddělení) a  $R_4$ . Proud báze pro  $T_2$  zajišťuje rezistor  $R_5$ .

V zapojení je třeba použít reproduktor s velkou impedancí nebo dynamická sluchátka (která zajistí, že nácvik nebude nikoho rušit). Kontakty klíče se zapojí do kladného přívodu od baterie 9 V. Kondenzátor  $C_3$  poněkud „zakulacuje“ ostrý zvuk (který je výsledkem pilovitého průběhu signálu).

### Sinusový oscilátor s UJT

Sinusový výstup z oscilátoru UJT je možné dosáhnout zapojením paralelního laděného obvodu do série s bází 2 (obr. 123). Relaxační kmitočet UJT se nastaví na rezonanční kmitočet laděného obvodu. Proudové impulsy báze 2, kterým vznikají při každém spuštění emitoru, rozkmitají obvod LC a tím vzniká relativně jakostní signál sinusového průběhu.



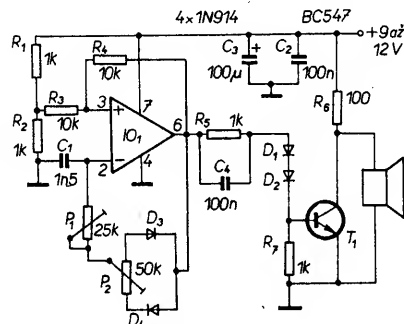
Obr. 123. Sinusový oscilátor

## RŮZNÉ APLIKACE

### Elektronika proti psům

Zapojení na obr. 124 je obdobou různých přístrojů proti hlodavcům, tentokrát v aplikaci proti psům.

$IO_1$  je zapojen jako vysokofrekvenční oscilátor, generující úzké impulsy. Kmitočet může být nastaven trimrem  $P_1$ , střída se nastavuje potenciometrem  $P_2$ . Výstup  $IO_1$  budí bázi  $T_1$  přes  $R_5$  a  $D_1$ ,  $D_2$ . Impulsy na kolektoru  $T_1$  budí reproduktor, vysokotónový piezoelektrický reproduktor se zvukovodem. Pracuje na kmitočtu vysoko nad rozsahem našeho sluchu a vydává velmi hlasité zvuky, dobře slyšitelné pro psy a ostatní zahradní čtyřnohé škůdce.



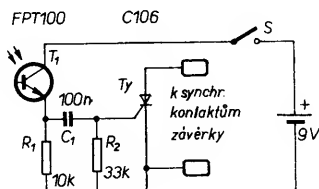
Obr. 124. Elektronika proti psům

Diody  $D_1$ ,  $D_2$  jsou použity pro vytvoření spínacího napětí pro  $T_1$ , protože výstupní signál  $IO_1$  se nezmenšuje až k nule.

Výsledky je možné optimalizovat experimentováním s potenciometry.

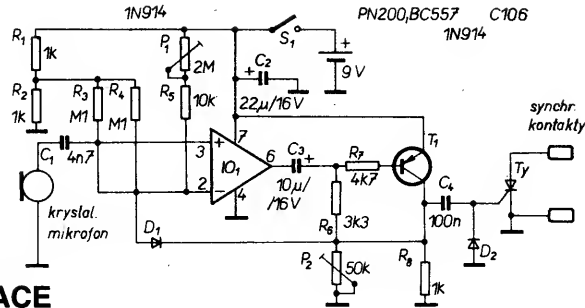
### Servosynchronizátor zábleskového zařízení

Pro dálkové spuštění pomocného zábleskového zařízení při fotografování bez zbytečných drátů na podlaže použijte obvod na obr. 125.



Obr. 125. Servosynchronizátor elektronického blesku

Při odpálení hlavního zábleskového přístroje se fototranzistor otevře a na  $R_1$  se vytvoří impuls. Ten je kapacitně vázán na  $R_2$  a tedy na řídicí elektrodu tyristoru  $T_1$ . Tyristor vede a zkratuje spouštěcí vývody synchronizátoru vzdáleného zábleskového zařízení.



Obr. 126. Zvuková synchronizace fotografického blesku (spoj  $R_6$ ,  $P_2$  nemá být spojen s  $D_1$ ,  $R_8$ )

### Zvuková synchronizace fotografického záblesku

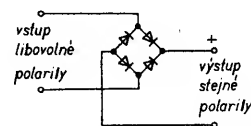
Pro dosažení fotograficky efektních snímků můžete zastavit na snímku akce, které jsou doprovázeny zvukovým signálem – dopad míčky, rozbití žárovky atd. Zapojení na obr. 126 zachytí zvuk, zesílí jeho signál a spustí zábleskové zařízení po předem nastaveném zpoždění.

Zvuk snímá krystalový mikrofonem zesiluje a usměrňuje  $IO_1$ ,  $T_1$ ,  $D_1$  a vytvářejí se kladné impulsy na kolektoru  $T_1$ . Ty se přivádějí na řídicí elektrodu tyristoru  $T_2$ , který se používá pro sepnutí synchronizátoru zábleskového zařízení. Potenciometrem  $P_1$  se nastavuje citlivost,  $P_2$  nastavuje zpoždění tak, aby bylo možné poříditi snímek po několika milisekundách po akci, nebo současně s akcí.

Zkontrolujte zapojení nejprve orientační zkouškou. Pak můžete potmě otevřít závěrku fotografického přístroje, a do toho! Opakujte s různými zpožděními pro dosažení různých efektů.

### Zapojení pro ochranu polarity

Polaritu každého obvodu, který může být ohrožen nesprávnou polaritou připojení napájecího zdroje, je možné chránit použitím jednoduchého diodového můstku (obr. 127).

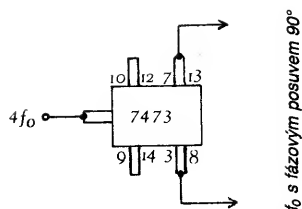


Obr. 127. Zapojení pro ochranu polarity

Diody musí být dimenzovány na napětí a proud, který se dá očekávat. Prevence je lepší – a levnější! – než odstraňování následků.

### Digitální generátor kvadrurní fáze

Dvojitý klopný obvod J-K typu 7474 (obr. 128) může být zapojen pro dosažení dvou výstupů s fázovým rozdílem 90°. Kmitočet vstupního signálu musí být čtyřnásobkem kmitočtu výstupního.

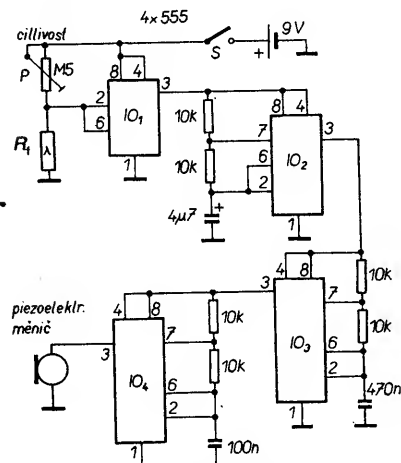


Obr. 128. Digitální generátor kvadrurní fáze

## Tajemné cvrkání

Chcete se pobavit na cizí účet? Zapojení podle obr. 129 můžete schovat v místnosti, přivést napájecí napětí a přístroj začne vydávat záhadné zvuky, které znějí jako rosníčka nebo cvrček. Ale jakmile se rozsvítí světlo, aby se našel původce, cvrkání přestane!

Používají se čtyři obvody 555. IO<sub>1</sub> je spouštěcí obvod ovládaný světlem. Ve tmě má fotorezistor velký odpor a výstup IO<sub>1</sub> přechází do stavu log. 1, protože dělič napětí, tvořený potenciometrem P<sub>1</sub> přivádí na spouštěcí a prahový vývod (vývody 2 a 6) úroveň log. 1. Stav log. 1 na vývodu 3 (tedy výstupu IO<sub>1</sub>) dodává napájecí napětí pro IO<sub>2</sub>, oscilátor s dlouhou periodou, jehož výstup nabývá úroveň log. 1 po dobu asi jedné sekundy vždy za několik sekund.



Obr. 129. Tajemné cvrkání

Vývod 3 IO<sub>2</sub> zapíná IO<sub>3</sub>, nízkofrekvenční oscilátor, který zase zapíná a vypíná impulsně IO<sub>4</sub>. Obvod IO<sub>4</sub> osciluje na nízkofrekvenčním kmitočtu, který je na slyšitelný tón převáděn piezoelektrickým měničem. IO<sub>2</sub> a IO<sub>4</sub> vytvářejí cvrkání, které se opakuje v souladu s periodou IO<sub>2</sub>.

Když někdo rozsvítí, aby zjistil, co působí ty zvuky, odpor fotorezistoru se zmenší, úroveň vývodů IO<sub>1</sub>, označených 2 a 6, poklesne k nule (jeho výstup také) tím je vypnut zbytek zapojení.

Celé zapojení je napájeno baterií 9 V pro tranzistorové přijímače. Výšku tónu je možné snížit zvětšením kapacity kondenzátoru mezi vývody 2 a 6 obvodu IO a zemí. Zvuk je pak více skřehotavý.

## Zesilovač pro video

Když potřebujete přenést videosignál po delším koaxiálním vedení nebo vyrovnat

Obr. 130. Zesilovač pro video

ztráty v rozbočovačích, atd., pak je zesilovač na obr. 130 ideálním řešením.

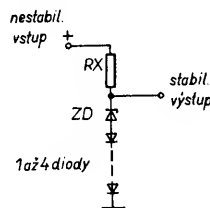
Zapojení má zisk kolem 6 dB (tj. zesílení asi 4) a má vstupní a výstupní impedanci 75 Ω. Všechny součástky jsou běžné. Zapojení používá přímou vazbu, kondenzátory C<sub>1</sub> a C<sub>2</sub> zajišťují stejnosměrné oddělení. T<sub>1</sub> a T<sub>2</sub> jsou zapojeny se společným emitorem se zpětnou vazbou zavedenou rezistorem R<sub>5</sub>, který je společný pro emitor T<sub>1</sub> a kolektor T<sub>2</sub>.

T<sub>3</sub> je zapojen jako stupeň se společným kolektorem, který zajišťuje oddělení výstupu a malou výstupní impedanci.

Při konstrukci dodržujte minimální délku všech spojů a umístění vstupu a výstupu na opačných stranách desky s plošnými spoji, aby se zabránilo nežádoucí zpětné vazbě. Zapojení je napájeno ze zdroje napětí 12 V, které by mělo být stabilizováno, aby se zabránilo nežádoucí modulaci videosignálu.

## Nastavitelný stabilizátor se Zenerovou diodou

Napětí Zenerovy diody je možné upravit (obr. 131) zapojením až čtyř diod do série s ní, čímž se zvětší Zenerovo napětí o napětí na diodě v propustném směru (pro každou z dalších diod).

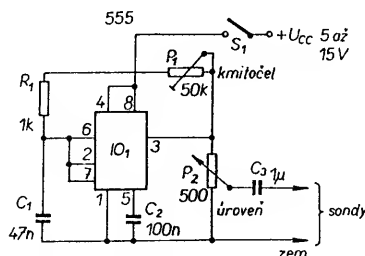


Obr. 131. Nastavitelný stabilizátor se Zenerovou diodou

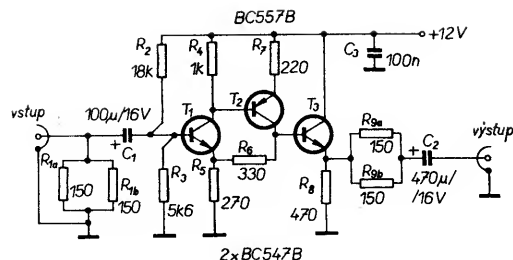
Jedna dioda zvětší napětí o asi 0,6 V, dvě o 1,2 V, atd. Pokud by bylo třeba zapojit více než čtyři diody do série, pak je lépe použít další Zenerovu diodu v řadě, neboť jinak se stabilizační účinky zapojení poněkud zhorší.

## Generátor signálu s obvodem 555

S obvodem 555 je možné sestavit výborný injektor signálu pro zjišťování závad v nízkofrekvenčních a vysokofrekvenčních obvodech (obr. 132).



Obr. 132. Generátor signálu s obvodem 555

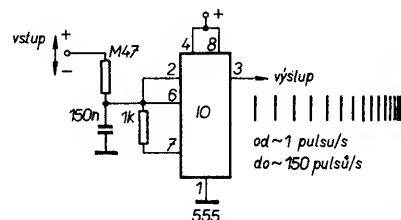


S vývody 2, 6 a 7 propojenými vzájemně a připojenými k časovací kombinaci RC P<sub>1</sub>, R<sub>1</sub>, C<sub>1</sub>, generuje obvod 555 velmi úzké a velmi rychlé impulsy, které produkují harmonické kmitočty až do megahertzové oblasti.

Základní oscilační kmitočty se nastavuje potenciometrem P<sub>1</sub>. Úroveň vstupního signálu se nastavuje potenciometrem P<sub>2</sub>. Zapojení může být napájeno napětím z kontrolovaného přístroje v rozmezí mezi 5 až 15 V, popř. z baterie 6 V nebo 9 V.

## Napětím řízený oscilátor (VCO) s 555

Zapojení (na obr. 133) napětím řízeného oscilátoru, používajícího obvod 555, je mimořádně jednoduché. Napětím řízené oscilátory jsou velmi užitečné v širokém rozsahu aplikací. Tento obvod umožňuje změnu kmitočtu v rozsahu více než 100:1.



Obr. 133. Napětím řízený oscilátor (VCO) s 555

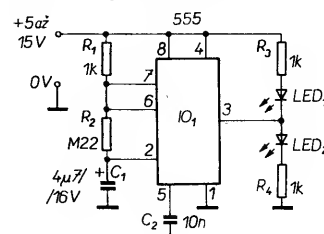
Namísto připojení časovacího kondenzátoru ke kladnému napájecímu napětí jej připojte k proměnnému napětí. Tím se mění spouštěcí i prahové napětí a tedy perioda potřebná pro nabití kondenzátoru – a tím i kmitočty oscilátoru.

Zapojení má velmi dobrou lineární závislost mezi napětím a kmitočtem a rozsah několik dekád. S uvedenými hodnotami součástek se kmitočty výstupního signálu mění od asi jednoho impulsu za sekundu až do asi 150 impulsů za sekundu, když se vstupní napětí mění v rozsahu několika voltů.

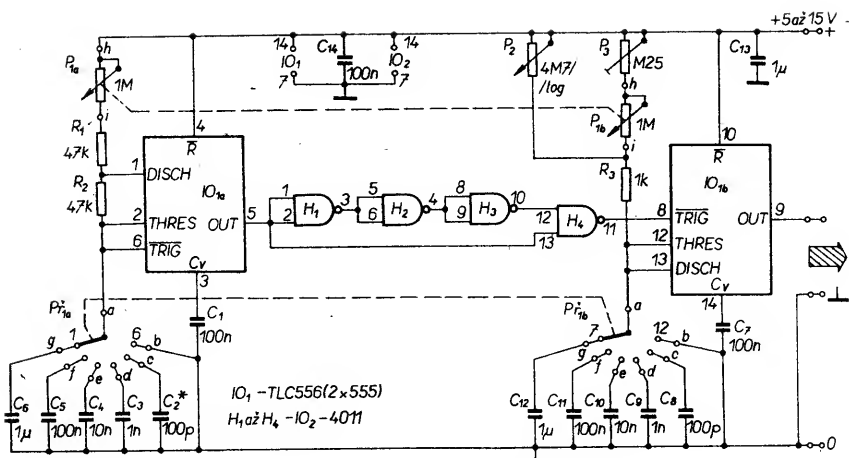
Rezistor 1 kΩ mezi vývody 2–6 a 7 prodlužuje výstupní impulsy. Pokud nezáleží na šířce výstupních impulsů, může být vynechán.

## Blikač 555 se dvěma diodami LED

Protože výstupní obvod integrovaného obvodu 555 je komplementární, může být



Obr. 134. Blikač s 555 se dvěma diodami LED



Obr. 135. Levný generátor impulsů

zapojen tak, aby se při výstupním napětí blízkém nule rozsvítila dioda LED<sub>1</sub> a při výstupním napětí, blízkém napájecímu, dioda LED<sub>2</sub>.

Integrovaný obvod 555 je na obr. 134 zapojen tak, aby LED blikaly pomalu a to v konvenčním astabilním zapojení, přičemž časová konstanta závisí na článku R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> a C<sub>1</sub>.

Rezistory R<sub>3</sub> a R<sub>4</sub> omezují proud, odebíraný svítivými diodami.

Obrazky 1 až 134 převzaty z časopisu ETI circuit cook book, č. 6.

## DALŠÍ RŮZNÁ ZAPOJENÍ

### Univerzální levný generátor impulsů

Zapojení na obr. 135 generuje pravouhlé impulsy v kmitočtovém rozsahu 1 Hz až 100 kHz a nastavitelnou střídou od téměř 0 % až do téměř 100 %, nezávislou na kmitočtu. Protože napájecí napětí může být 5 až 15 V, je tento generátor vhodný pro zkoušení logických obvodů TTL i CMOS.

Při měření zesilovače, jako zdroj taktovacího signálu pro digitální zapojení, nebo pro řízení výkonu šifrovou modulací výkonového tranzistoru nebo FET, nebo prostě pro experimentování je tento měřicí generátor velmi vhodný, neboť je malý a levný, lze jej snadno a rychle postavit – je tedy všestranně užitečný.

Nejdůležitější součástí zapojení podle obr. 135 je integrovaný obvod CMOS TLC556, který obsahuje dva časovací obvody 555 v provedení MOS na jednom čipu. Obr. 136 ukazuje zapojení časovacího obvodu 556, který je plně nahraditelný běžnými obvody 555).

Integrovaný obvod IO<sub>1</sub> je zapojen jako astabilní multivibrátor, na jehož výstupu (vývod 5) je pravouhlý signál. Jeho kmitočet závisí podle vztahu

$$f = \frac{1}{\ln 2 \cdot C_x(P_{1a} + R_1 + 2R_2)}$$

na poloze přepínače a běžce P<sub>1a</sub>. Podle toho je možné generovat kmitočty mezi 1 Hz (P<sub>1a</sub> = 1 MΩ, C<sub>x</sub> = 1 μF) a 100 kHz (P<sub>1a</sub> = 0, C<sub>x</sub> = 100 pF); potenciometr umožňuje měnit kmitočet signálu v rozsahu jedné dekády. S kmitočtem se také mění poměr signál – mezera (střída). Když má potenciometr maximální odpor, prodlužuje se doba

signálu až o činiteli 10, zatímco doba mezery zůstává stejná. Délka impulsu totiž závisí na nastavení potenciometru podle vztahu  $C_x(R_1 + R_2 + P_{1a}) \ln 2$ , zatímco mezera se podle vztahu  $C_x R_2 \ln 2$  nemění. Když se přepínačem spojí vstup „threshold“ (práh) se zemí, je časovací obvod vypnut.

Abý se změna kmitočtu neprojevovala na poměru signál – mezera, je použit další časovací obvod, který je startován náběžnou hranou impulsu na vývodu 5. Řetězec tří hradel hranu zpožďuje a invertuje. Na vstupu čtvrtého hradla je tedy stav log. 1 jen po dobu tohoto zpoždění a tak dlouho trvá také spouštěcí impuls, který je přiváděn na IO<sub>1b</sub>.

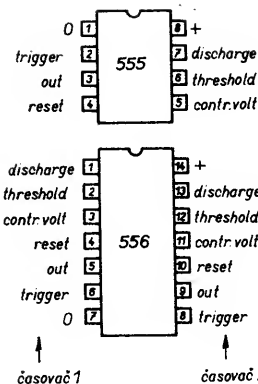
Obvod IO<sub>1b</sub> je na rozdíl od IO<sub>1a</sub> zapojen jako monostabilní multivibrátor. Kmitočet výstupního signálu závisí pouze na kmitočtu spouštěcích impulsů, poměr signál – mezera však na poloze běžce potenciometru P<sub>2</sub>; P<sub>1b</sub>, P<sub>3</sub>, R<sub>3</sub> a C<sub>8</sub> až C<sub>12</sub> zajišťují, aby nastavený čas přepnutí monostabilního klopného obvodu nebyl delší než časová konstanta IO<sub>1a</sub>, nastavená P<sub>1a</sub>, C<sub>2</sub> až C<sub>6</sub>.

Tento bezproblémově reprodukovatelný generátor může být konstruován i na univerzální destičce, samozřejmě je také možné navrhnout malou desku s plošnými spoji. Při ožiování je vhodné, pokud máte k dispozici osciloskop, nastavit P<sub>3</sub> tak, aby při maximálním odporu P<sub>2</sub> byl výstupní impuls o něco málo kratší, než je doba trvání periody výstupního signálu IO<sub>1a</sub>. Pak nemůže být IO nesprávně spouštěn. Při velmi krátkých dobách nabíjení a vybíjení mohou mít vliv i parazitní interní kapacity časovacích obvodů. Pro přesné dodržení kmitočtových dekád je třeba C<sub>2</sub> a C<sub>8</sub> experimentálně poněkud zmenšit; ve vzorku byly nakonec použity styroflexové kondenzátory 82 pF.

K napájení tohoto malého měřicího přístroje může být použita baterie 9 V, popř. stabilizovaný zdroj, nastavitelný v rozsahu 5 až 15 V. Obvod má bez zatížení odběr proudu kolem 0,3 mA (při 9 V).

Výstupní úroveň pravouhlého signálu prakticky odpovídá napájecímu napětí generátoru. Pro řízení obvodů TTL musí proto být použito napájecí napětí 5 V, u obvodů CMOS volíme napájecí napětí stejné jaké má obvod, který má být řízen. Výstup impulsního generátoru může být zatížen výstupním proudem maximálně 10 mA, když je výstup ve stavu log. 1, a může přijmout proud 100 mA, když je ve stavu log. 0.

Elektronika 11/1990



Obr. 136. Zapojení obvodu 556 a 555

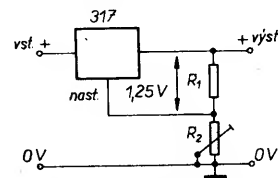
### Kompaktní síťový zdroj 10 A

Popisovaný zdroj v moderním provedení může být použit jako náhrada akumulátoru, na příklad při stacionárním provozu přístrojů s napájením 12 V, pro zkoušení zařízení autoelektroniky, případně pro nabíjení velkých akumulátorů. Výstupní napětí je nastavitelné v rozsahu 4 až 20 V, vzhledem ke stavebnicovému řešení může být proudový odběr snadno zvětšen na 20 A (i více).

Většina moderních napájecích zdrojů je konstruována s využitím integrovaných stabilizátorů napětí. Ty se vyrábějí v celé řadě variant, jsou levné, snadno dostupné a kromě toho umožňují kompaktní a přehlednou konstrukci přístroje. Toho využívá i popsaná konstrukce napájecího zdroje pro odběr 10 A, používá nastavitelný třívývodový stabilizátor LM317 (výstupní proud max. 1,5 A). Neobvyklé je použití několika integrovaných obvodů v paralelním zapojení pro dosažení požadovaného maximálního výstupního proudu.

### Obvod LM317

Před popisem zapojení vlastního zapojení přístroje uvedeme základní informace o integrovaném obvodu LM317. Jde o stabilizátor napětí se třemi vývody, jehož vnitřní stabilizační obvod udržuje napětí mezi výstupem a vstupem pro nastavení na konstantní úrovni 1,25 V – při dodržení podmínek, že výstupní proud je nejmenší 5 mA, že je k dispozici napěťový rozdíl 3 V mezi výstupním a vstupním napětím, a že nebude překročen ztrátový výkon 15 W na obvodu. Když se totiž IO příliš oteplí, sepne ochranné zapojení, které stabilizátor vypne.



Obr. 137. Síťový zdroj

Výstupní napětí IO se nastavuje děličem napětí mezi výstupem, vstupem pro nastavení a kostrou (viz obr. 137). Protože napětí na R<sub>1</sub> je konstantní, 1,25 V, protéká rezisto-

rem  $R_1$  také konstantní proud a podobně i rezistorem  $R_2$ , pokud nepřehlídíme k malému zatížení vstupem pro nastavení. Protože proud oběma rezistory je trvale stejně velký, určuje poměr  $R_1$  ku  $R_2$  výstupní napětí:

$$U_{\text{výst}} = \frac{R_1 + R_2}{R_1} = 1,25 \text{ V.}$$

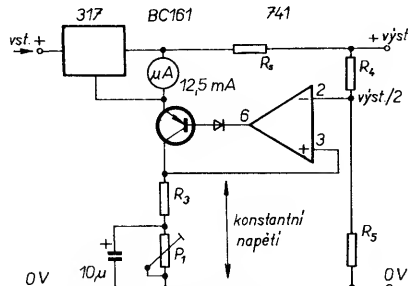
Čím větší je  $R_2$  v poměru k  $R_1$ , tím větší je také výstupní napětí. Při  $R_2 = 0 \Omega$  bude na výstupu pouze 1,25 V. Když se zapojí několik stabilizátorů paralelně, pak se výstupní proud rozdělí a může pak být větší než 1,5 A pro jednotlivý obvod. Pro ideální rozdělení proudu by však všechny stabilizátory musely mít přesně stejné výstupní napětí. Protože toho dosáhnout v praxi nelze, je třeba do výstupů zařadit sériové rezistory  $R_s$ . Za předpokladu, že  $R_s$  je malý proti  $R_1$ , vypočítá se maximální výstupní proud podle vztahu

$$I_{\text{výst}} = \frac{U_{\text{nast1}} - U_{\text{výst1}} \frac{R_1}{R_{s1}}}{\frac{R_1}{R_{s1}}} + \frac{U_{\text{nast2}} - U_{\text{výst2}} \frac{R_1}{R_{s2}}}{\frac{R_1}{R_{s2}}} + \dots$$

Protože v každém výrazu (který vyjadřuje dílčí proud jednou větví) jsou  $R_1$  a  $R_2$  konstantní, projeví se tolerance součástek v  $U_{\text{nast1}}$  a  $R_{s1}$  vždy v mírně odlišných výstupních napětích. Rozdíl napětí mezi IO a společnou výstupní svorkou otepluje  $R_s$ . Kromě toho tím, že  $R_s$  je součástí napěťového děliče (tedy referenčního napětí 1,25 V je úbytkem na  $R_1$  a  $R_s$ ), je výstupní napětí závislé na výstupním proudu; tato závislost však při pečlivé stavbě nepřekročí 60 mV.

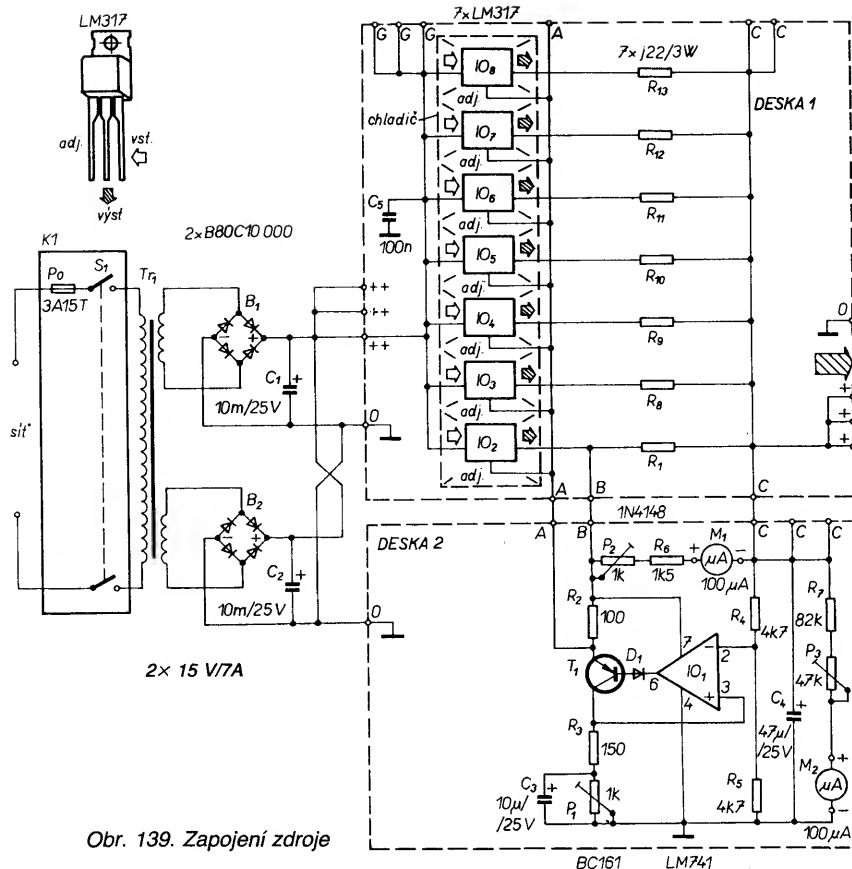
### Stabilizace napětí

Napětí v tomto zdroji se nenastavuje jednoduše potenciometrem, ale stabilizačním zapojením, které je na obr. 138. Invertující vstup operačního zesilovače je spojen s pevným děličem napětí, a protože  $R_4 = R_5$ , je na něm napětí  $U_{\text{výst}}/2$ . Na druhém vstupu je konstantní napětí, které vzniká výše popsaným konstantním proudem, protékajícím tranzistorem a  $R_3$ ,  $P_1$ . Tranzistor, zapojený zde jako řízený odpor, je vždy otevřen tak, aby na obou vstupech operačního zesilovače byla stejná napětí. Změnou  $P_1$  se nastává právě shoda obou napětí.



Obr. 138. Stabilizační zapojení

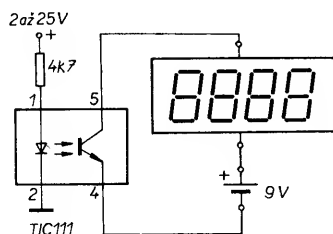
Celkové zapojení zdroje na obr. 139 má tři funkční bloky: transformátor s usměrňovací a elektrolytickými kondenzátory, destičku



Obr. 139. Zapojení zdroje

osazenou stabilizátory LM317 a společnou destičku nastavení napětí s indikací proudu a napětí. Koncept je stavebnicová: jednou malou destičkou nastavení je možné ovládat několik desek s LM317, např. jsou třeba tři destičky pro celkový proud 30 A. Dvě vinutí transformátoru 15 V jsou i s můstkovými usměrňovací zapojena paralelně a mohou dodávat  $2 \times 7,5 \text{ A} = 15 \text{ A}$ . Velikost transformátoru samozřejmě závisí na předpokládaném použití zdroje. Transformátor by měl být schopen dodávat 1,4krát větší proud, než je požadovaný výstupní proud. Filtrační elektrolytické kondenzátory musí mít kapacitu nejméně  $1000 \mu\text{F}/1 \text{ A}$ , tedy minimálně  $10\,000 \mu\text{F}$  pro 10 A. V popsaném zapojení byly použity kondenzátory dvojnásobné kapacity. Pokud jde o transformátor, sekundární st napětí 15 V stačí pro výstupní stejnosměrné napětí 12 V, st 18 V pro 15 V ss a st napětí 27 až 28 V pro 28 V ss. Podle usměrňovacího napětí je ovšem třeba volit i pracovní napětí kondenzátorů. Větší sekundární napětí než 28 V není možné použít, protože stabilizátor LM317T má maximální vstupní napětí 40 V (absolutní mezní hodnota).

Na destičce pro nastavení napětí je počítáno s vývody pro dva ručkové měřicí přístroje pro měření výstupního proudu a výstupního napětí. Tyto přístroje je možné nahradit



Obr. 140. Zapínací automatika

panelovými měřidly LCD nebo LED, na jejichž vstupy jsou zapojeny bočníky 1 k $\Omega$ . Pak je ovšem třeba zajistit napájení indikační jednotky (buď síťovým zdrojem, nebo dvěma bateriemi 9 V a použitím zapínací automatiky s vazebními optoelektrickými členy – viz obr. 140).

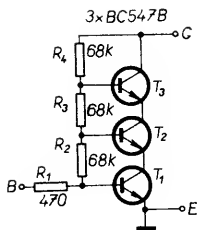
Konstrukční provedení zdroje je jednoduché a závisí do značné míry na použitých součástkách. Namáhané, proudové zatížené spoje se doporučuje zhotovit z kabelu o průřezu 2,5 mm<sup>2</sup>, kabely lze připojovat nástrčkovými kontakty jako v automobilu. Obě měřidla je třeba ocejchovat (potenciometry  $P_2$  a  $P_3$ ). Při použití běžného lineárního potenciometru jako  $P_1$  lze výstupní napětí nastavit v rozsahu 4 až 20 V, použije-li se na tomto místě odporový trimr, můžeme zdroj nastavit na pevné výstupní napětí (na příklad 13,8 V při náhradě automobilového akumulátoru).

Elektr 11/1990

### Improvizovaný vysokonapěťový tranzistor

I když je možné tranzistory řady BC5xx realizovat téměř všechny běžné funkce, vyskytují se některé aplikace, které vyžadují speciální tranzistory. Když na příklad překročí spínané napětí asi 65 V, musí být použit tranzistor pro vysoké napětí. Při použití určitého triku v zapojení je možné použít pro větší napětí i tranzistory BC. Bohužel i zde platí, že nic není zadarmo. Za prvé je nutné zapojit do série několik tranzistorů, za druhé se zvětší svodový proud a za třetí se zvětší i zbytkové napětí kolektor – emitor. V řadě aplikací to však nevedí. Tři tranzistory zapojené do série je možné teoreticky použít pro napětí až do 145 V. V praxi by však takové zapojení (viz obr. 141) nemělo být používáno pro napětí větší než 100 V.





Obr. 141. Improvizovaný vn tranzistor

Předpokládejme, že  $U_{CE} = 100 \text{ V}$ ,  $I_{\max} = 2 \text{ mA}$ , pak je proud báze  $10 \mu\text{A}$  při proudovém zesilení 200. Tranzistor  $T_3$  povede od úbytku napětí 0,68 V na rezistoru  $R_4$ . Proud báze tranzistoru  $T_2$  protéká také přes  $R_4$ . Tím se zvětší úbytek napětí na  $R_4$  na celkem 1,36 V. Proud báze  $T_1$  protéká přes  $R_1$  a nezpůsobuje žádný přídavný úbytek. Je však třeba ještě respektovat saturační napětí  $T_1$ . Celkový úbytek napětí na děliči napětí tedy je:  $3 \cdot 10 \mu\text{A} \cdot 68 \text{ k}\Omega + 0,2 \text{ V} = 2,2 \text{ V}$ . Zvětšení odporu rezistorů  $R_2$  až  $R_4$  na  $270 \text{ k}\Omega$  sice zmenší svodový proud, ale saturační napětí se zvětší na 8,3 V.

Elektr 7-8/1988

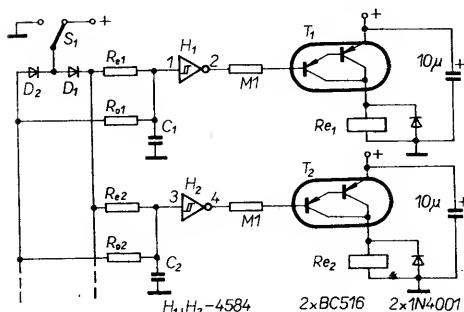
### Programovatelná posloupnost spínání

Pro jednoduché reléové řídicí obvody je možné použitím elektronických zpožďovačích stupňů stanovit posloupnost zapínání. Zapojení na obr. 142 ukazuje řídicí zapojení se dvěma relé. Počet reléových stupňů je možné v tomto zapojení libovolně zvětšit.

Doba zpoždění a tím pořadí spínání se určuje členy  $RC$  na vstupech invertorů CMOS s vlastnostmi klopných obvodů Schmittova typu. Výstup invertoru spíná přes Darlingtonův tranzistor relé. Funkční cyklus začíná zapnutím spínače  $S_1$ , který připojí členy  $RC$  přes diodu  $D_1$  na napájecí napětí  $+U_B$ . Kondenzátory se nabíjí přes rezistory různou rychlostí (podle časové konstanty  $RC$ ). Když dosáhne napětí na kondenzátoru prahu sepnutí klopného obvodu, přechází jeho výstup do nuly a otevře Darlingtonův tranzistor, relé přitáhne.

Při vypnutí přepne  $S_1$  kondenzátory přes oddělené rezistory a diodu  $D_2$  na kostru. Je proto možné zvolit odlišnou sekvenci vypnutí, než byla posloupnost zapnutí.

Provozní napětí integrovaného obvodu může být 5 až 15 V, mělo by však odpovídat napětí relé. Relé by neměla mít příliš velký odběr proudu, protože použité Darlingtonovy dvojice BC516 nemohou spínat větší proud než 400 mA. V praxi je možné zvolit relé, která vystačí s proudem 200 mA (i s menším proudem). Členy  $RC$  je možné dimenzovat podle požadovaného časového



Pro překonání krátkodobých přerušení síťového napětí (rušivé špičky) je na běžící potenciometru  $P_1$  připojen poměrně velký kondenzátor. Pokud se požaduje poplach i při krátkých přerušeních, kondenzátor se v zapojení prostě vynechá. Doba varování, určená časovačem, může být nastavena volbou časové konstanty  $R_2, C_3$  libovolně, pro dobu překlopení monostabilního obvodu platí:  $t = 1,1 R_2 C_3$ .

Elektronika 7-8/1988

## Schodišťový automat

Tento automatický spínač schodišťového osvětlení pracuje se zapojením, určeným pro třívodičové připojení s řízením typu L. Při tom se používá společné vedení S jako snímání vedení a jako výstupní vedení k žárovkám. Tlačítka se toto snímání/výstupní vedení S spojí s F, čímž se automat zapne a sepně kontakt, paralelně zapojený k tlačítku. Tím dostává žárovka napětí F po vedení S. Po uplynutí nastavené doby automat opět vypíná a opět používá vedení S, aby zjistil stisknutí některého z tlačítek.

Zapojení na obr. 145 pracuje se známým univerzálním časovacím obvodem 555 v monostabilním režimu. Napájecí napětí se získává přímo ze sítě přes  $C_1, R_1, D_1$  a  $D_2$ . Kondenzátor  $C_2$  toto napětí vyhlazuje:  $D_3$  je omezuje na maximálně 12 V. Časovou konstantu určuje  $P_1, R_6$  a  $C_5$ . Při uvedených hodnotách součástek je možné potenciometrem  $P_1$  nastavit časy mezi 30 sekundami a asi 12 minutami. Obvod  $IO_1$  budí přes  $R_4$  triak  $T_c$ , který je zapojen paralelně s tlačítky pro rozsvícení žárovek. V zapnutém stavu spojuje vedení F se S přes pojistku  $PO_1$ . Pro překlopení  $IO_1$  je třeba přivést sestupnou hranu impulsu, která je generována  $D_4, R_3, R_5$  a  $C_3$ ; při vypnutí osvětlení dostává vedení S přes žárovky napětí N, to znamená, že na triaku je síťové střídavé napětí. Dioda  $D_4$  tedy propouští půlvlny, které jsou kladné proti zemi obvodu (vedení F). Dostávají se na dělič napětí  $R_3, R_5$  a vytvářejí na  $C_3$  stejnosměrné napětí, které dioda  $D_5$  omezuje na 12 V. Při stisknutí jednoho z tlačítek není již síťové napětí na triaku  $T_c$ , ale na žárovkách. Dokud zůstane tlačítko stisknuto, vybíjí se  $C_3$  přes  $R_5$  a tím generuje sestupnou hranu, potřebnou pro překlopení. Výstup (vývod 3) se překlopí na 12 V a tím se sepně  $T_1$ . Časová konstanta  $R_5 C_3$  určuje potřebnou dobu stisknutí tlačítka.  $D_5$  zajišťuje nabití kondenzátoru  $C_3$  při vypnutí  $T_1$ .

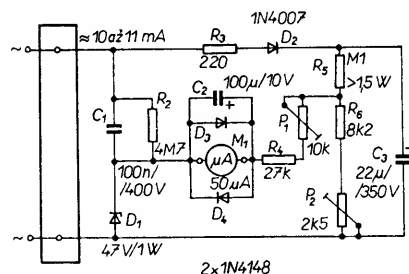
Protože zapojení je provozováno s napájením přímo ze sítě, je třeba dodržet známá bezpečnostní opatření. Triak může zpracovat proud max. 4 A a měl by být při velkém zatížení opatřen chladičem. Aby bylo možné dosáhnout také dlouhých zapínacích časů, nesmí mít kondenzátor  $C_5$  příliš velký svodový proud.

Zapojení pracuje správně jen tehdy, když jsou správně zapojeny F a N. To znamená, že N je spojeno s tím pólem síťového vedení, který je připojen k žárovkám. Je také nutné spojit S bezpodmínečně se síťovým vodičem, který vede k tlačítkům. Při výměně za starý schodišťový automat je nutné zkontrolovat, jde-li skutečně o třívodičové zapojení s řízením L a ne třeba o variantu s řízením N. Je možné také trvalé sepnutí osvětlení: k tomu slouží spínač S, který propojuje S s F. Tento spínač musí přirozeně zvládnout proud žárovek – včetně velkého zapínacího proudu žárovek – a síťové napětí. Při vhodném návrhu plošných spojů je možné celé zapojení umístit do krabice pod spínač.

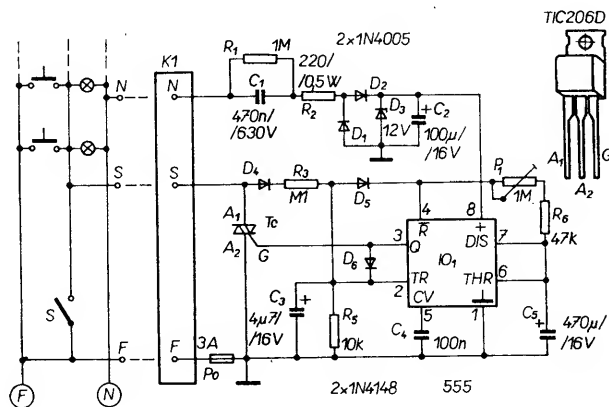
Elektronika 7-8/1990

## Voltmetr pro síťové napětí

Možnost kontrolovat síťové napětí je při současném stavu rozvodné sítě a naší energetiky nesporně užitečná. Bylo proto vyvinuto jednoduché zapojení, umožňující měřit s velkou rozlišovací schopností střídavé napětí v rozsahu 210 až 250 V (obr. 146). Ručkový měřicí přístroj je zapojen v můstkovém zapojení mezi dva referenční body. Jeden z nich je mezi  $C_1$  a  $D_1$  a díky použití Zenerovy diody je na něm referenční napětí. V průběhu záporné půlvlny je to 0,7 V. Na  $C_2$  je střední hodnota pulsujícího stejnosměrného napětí (asi 24 V). Rezistor  $R_1$  omezuje proud do  $C_1$ , když se zapojení připojí k síti



Obr. 146. Voltmetr pro síťové napětí



Obr. 145. Schodišťový automat

a  $R_2$  vybíjí  $C_1$ , když se voltmetr opět od sítě odpojí.

Na druhé straně měřidla vytvářejí  $R_3, D_2$  a  $C_2$  stejnosměrné napětí, které odpovídá špičkové hodnotě síťového napětí. Ke kondenzátoru  $C_3$  je připojen řetězec děliče napětí  $R_5, R_6$  a  $P_2$ . Mezi oběma pevnými rezistory se odebrá porovnávací napětí pro srovnávání s referenčním napětím 24 V. Pro minimální indikované napětí (střídavé napětí 210 V) se zde potenciometrem  $P_2$  nastavuje stejné napětí jako na  $D_1$ . U našeho prototypu to bylo 24,8 V; toto napětí však značně závisí na výrobních tolerancích  $D_1$  a  $C_2$ . Když jsou obě napětí stejná, neprotéká měřidlem žádný proud a výchylka ručky je tedy nulová (počátek stupnice). Když se vstupní napětí zvětší až na maximum, pak je napětí mezi  $R_5$  a  $R_6$  asi o 1,5 až 1,9 V větší než referenční napětí na diodě  $D_1$ . Potenciometr  $P_1$  se nastaví tak, aby tento rozdíl napětí vyvolal průtok proudu 50 µA měřidlem (maximální výchylka ručky měřidla). Uvedené odpory rezistorů jsou určeny pro rozsah 210 až 230 V, pro indikaci rozsahu 230 až 250 V je třeba odpor rezistoru  $R_6$  zmenšit na 6,8 kΩ. Pokud chceme měřit rozsah 210 až 250 V, musí být kromě  $R_6$  změněn také potenciometr  $P_2$  (na 5 kΩ). S ohledem na dlouhodobý drift použitých součástek se doporučuje přístroj čas od času přecejchovat.

Přístroj je možné nastavovat pouze tehdy, je-li galvanicky oddělen od sítě – k tomu se doporučuje použít regulační oddělovací transformátor. Je také nezbytné přístroj vestavět do izolované skříňky, aby se bezpečně zamezilo dotyku s částmi, na nichž je síťové napětí.

Elektronika 7-8/1988

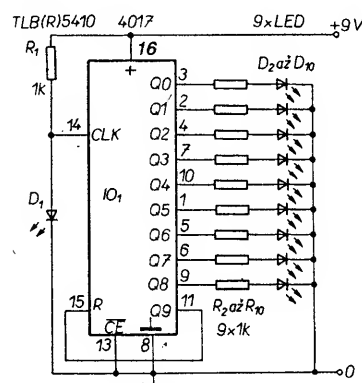
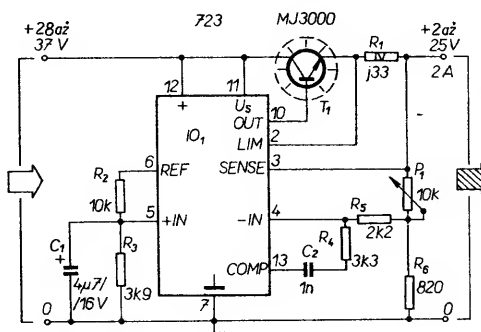
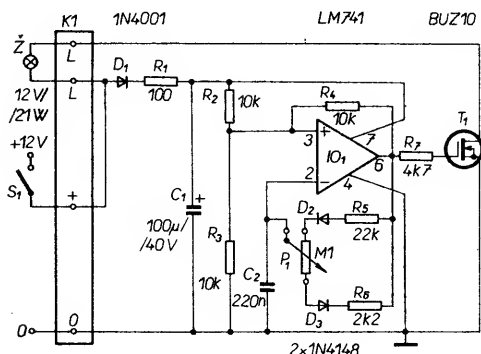
## Teploměr pro rybáře

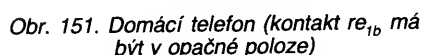
Zapojení (obr. 147), které je možné snadno sestavit, je zvláště užitečné pro sportovní rybáře: stupnice se 16 diodami LED ukazuje teplotu vody, kterou měří čidlo v určité hloubce vody. Se znalostí teploty může rybář zvolit vhodnou návnadu, protože druhy ryb dávají přednost určité teplotě vody.

Zapojení bodového indikátoru s diodami LED se skládá ze známého integrovaného obvodu UAA170 s vnějšími součástkami pro příslušný rozsah teplot (1 až 19 °C). Potenciometrem  $P_1$  se z referenčního napětí 5,6 V odebrá prahové napětí ( $U_{ref\ max}$ ) pro „nejhorší“ diodu LED ( $D_{16}$ ), potenciometrem  $P_2$  se nastavuje prahové napětí ( $U_{ref\ min}$ ) pro „nejdobřejší“ diodu LED ( $D_1$ ). Diody LED mohou být barevně odlišeny, aby se dosáhlo jednoznačného čtení teploty. Vstupní napětí se získává děličem napětí  $R_2/R_6$ . Rezistor  $R_6$  tvoří teplotně závislý rezistor (termistor) v teplotním čidle sondy, jak je zřejmé z obrázku. Čím je vyšší teplota vody, tím menší je odpor termistoru a tím větší je také vstupní napětí  $U_{in}$ .

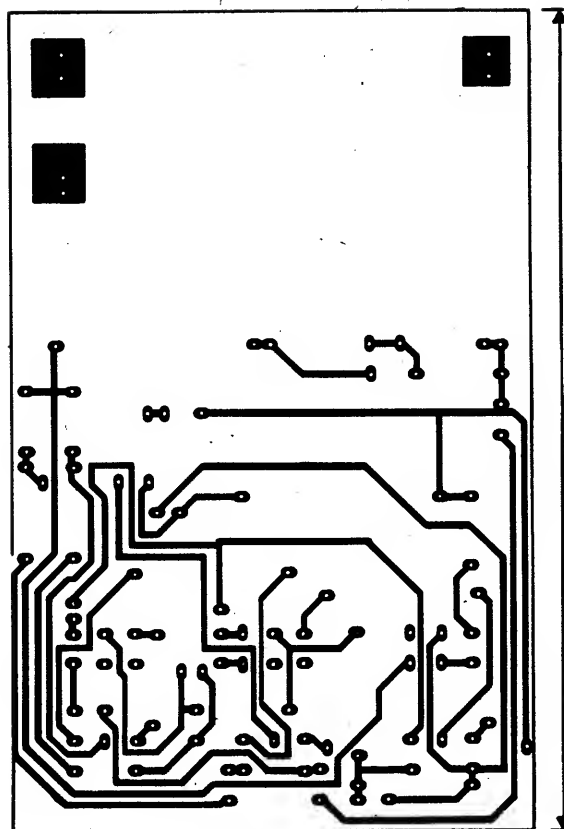
Vývody termistoru a k nim připojený kabel se nejprve izolují smršťovací trubičkou, zasunou do kousku mosazné trubičky a nakoncují zalijí epoxidovou pryskyřicí tak, aby termistor částečně vyčníval. Zapojení by mělo být vestavěno společně s baterií 9 V a ochrannou diodou proti přepólování ( $D_{18}$ ) do krabice, odolné proti střikající vodě. Kabel, na kterém je zavěšena sonda, je výhodné označit značkami hloubky vody. A pak už: Petrův zdar!

Elektronika 7-8/1990

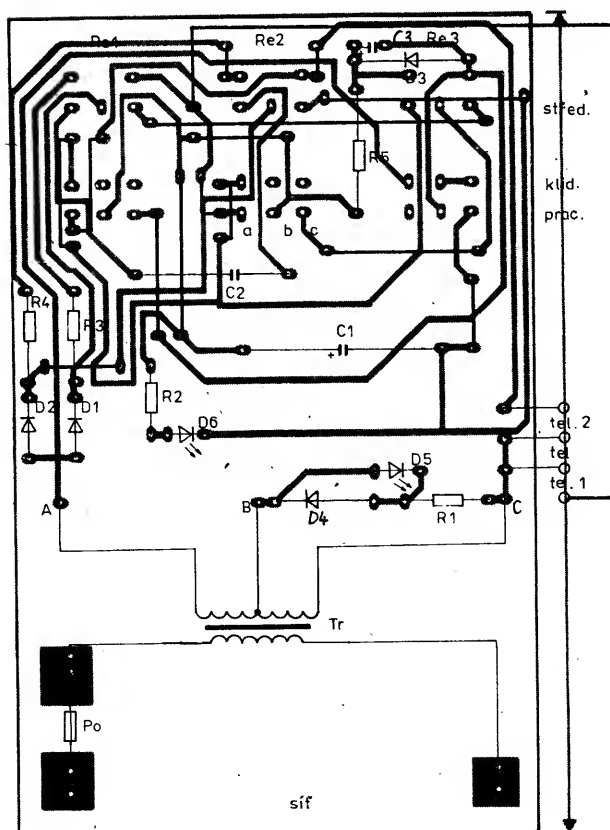


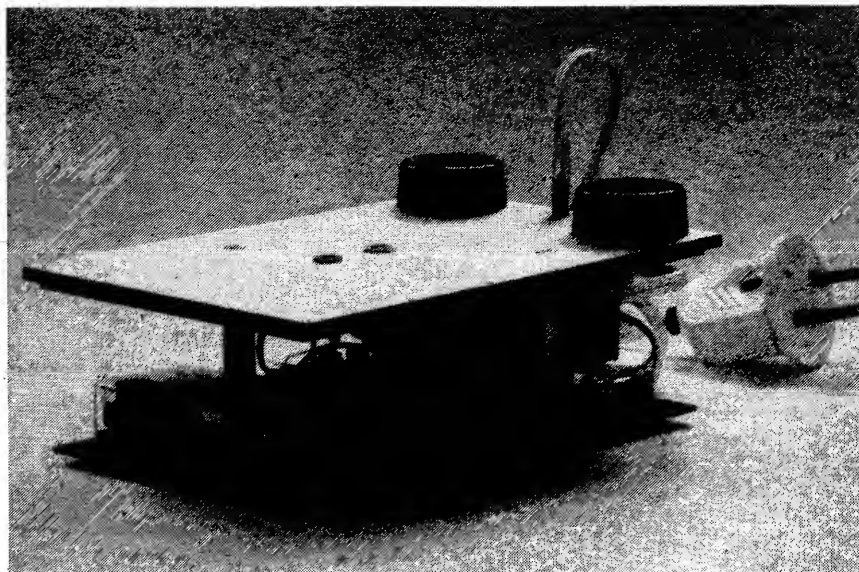


$U_R = 12\text{ V}$ ,  $R_R = 200\ \Omega$  – vinutím relé protéká proud:  $I_R = U_R/R_R = 12/200 = 60\text{ mA}$ . Na  $R_3$  až  $R_5$  má vzniknout spád napětí:  $U_E = U_B - U_R = 45\text{ V} - 12\text{ V} = 33\text{ V}$ . Přes  $R_3$  až  $R_5$  má protékat proud vinutí relé 60 mA, tedy  $I_E$



**Obr. 152. Deska s plošnými spoji pro domácí telefon**





$= 33/0,0 = 550 \Omega$ , to je odpor rezistorů  $R_3$  až  $R_5$ . Ještě jejich zatížení:  $P = I^2 R_E = 0,06^2 \cdot 550 = 2 \text{ W}$ . Takto můžeme vypočítat odpor rezistorů  $R_3$  až  $R_5$  k libovolnému relé. Nebudou-li relé spínat energicky, odpor rezistorů  $R_3$  až  $R_5$  zmenšíme. Máme-li k dispozici hotový transformátor 35 až 36 V bez středního vývodu, pak indikaci stavu zapnutí ( $D_4$ ,  $D_5$ ,  $R_1$ ) připojíme přímo na vývod A sekundárního vinutí transformátoru a zvětšíme odpor rezistoru  $R_1$  asi na  $4,7 \text{ k}\Omega$ .

Desku se spojí  $135 \times 85 \text{ mm}$  umístíme do vhodné krabičky, na jejím čelním panelu budou dvě kontrolní svítivé diody (zelená  $D_5$  a červená  $D_6$ ), dvě svorky nebo miniaturní konektory pro dva telefonní přístroje, příp. spínač síťového napětí. Vedení ke druhému telefonnímu přístroji může být libovolné délky.

### Ampérmetr do automobilu

Každý motorista ví, jak důležitý je pro spolehlivost provozu stav akumulátoru. Většina vozidel je sice vybavena kontrolkou dobíjení (lépe nedobíjení) akumulátoru, ale tato informace nedává dostatečnou jistotu o stavu baterie, jak si většina řidičů již jistě ověřila. Existuje řada jednoduchých voltmetrů, které mají stupnici od asi  $10 \text{ V}$  do  $16 \text{ V}$  a umožňují tak měřit napětí na svorkách akumulátoru za provozu. To už dovoluje lépe posoudit stav akumulátoru, i toto řešení má

však řadu nedostatků, jak dále ukážeme. V průběhu doby života akumulátoru se jeho vnitřní odpor mění, což má značný vliv na režim, ve kterém je akumulátor provozován. Můžeme to ukázat na příkladu. Nový akumulátor má vnitřní odpor asi  $0,05 \Omega$ . Když alternátor s příslušným usměrňovačem dodává napětí  $14 \text{ V}$ , lze počítat s nabíjecím proudem:

$$\frac{14 - 12}{0,05} = 40 \text{ A.}$$

Takový proud je příliš velký, a pokud by se neomezil, doba života akumulátoru by se značně zkrátila. Proto je součástí elektrických obvodů automobilu regulátor, který snímá na svorkách akumulátoru nabíjecí proud nebo napětí a reguluje činnost alternátoru tak, aby se zmenšilo jeho výstupní napětí a tím i nabíjecí proud. Standardní nabíjecí proud má odpovídat jedné desetinné ampérhodinové kapacity, tedy pro akumulátor o kapacitě  $50 \text{ Ah}$  je to  $5 \text{ A}$ .

Stejný akumulátor má po několika letech provozu vnitřní odpor asi  $0,15 \Omega$ . Nabíjecí proud by tedy byl:

$$\frac{14 - 12}{0,15} = 13 \text{ A.}$$

Bez ohledu na funkci regulátoru potřebuje tento akumulátor pro dobíjení mnohem delší dobu.

Zřejmě je tedy lepší měřit proud akumulátoru. U svého vozu pak budete znát běžné a typické proudy a když se projeví nějaký rozdíl, je možné zjistit vadnou součást: alternátor, regulátor, akumulátor (nebo jen utáhnout vývod u akumulátoru). Není to nic nového, před desítkami let byl ampérmetr běžnou součástí palubní desky většiny automobilů. V moderních vozech se tyto užitečné doplňky někam vytratily, snad pro choullostivost ručkových měřidel, snad ve snaze nerozptylovat zbytečně pozornost řidiče.

Popsaná konstrukce je založena na měření napětí na bočniku (rezistoru o velmi malém odporu), který je zapojen do série s akumulátorem. Realizace takového bočníku není jednoduchá. Musí mít velmi malý odpor, musí vydržet velké proudové zatížení (např. startovacím proudem) a nezhoršovat funkci obvodu. Proto jsme se rozhodli použít jako bočník vodič, který již v automobilu existuje, a propojuje „zemní“ vývod akumulátoru s kostrou vozu. Je to vodič značného průřezu o délce asi  $0,5 \text{ m}$  (podle typu vozu). Odpor tohoto vodiče můžeme určit ze vzorce:

$$R = \rho \frac{l}{S},$$

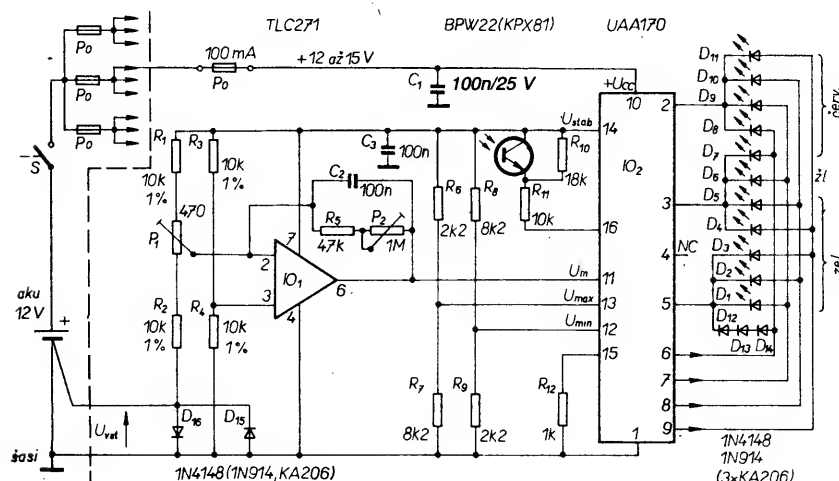
kde  $R$  je odpor v  $\Omega$ ,  $\rho$  je specifický odpor mědi ( $= 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega/\text{metr}$ ,  $l$  = délka vodiče v metrech,  $S$  = průřez v  $\text{m}^2$ . Pro vodič o průřezu  $16 \text{ mm}^2$  a délce  $50 \text{ cm}$  to bude:

$$R = \frac{1,7 \cdot 10^{-8} \times 0,5}{16 \cdot 10^{-6}} = 0,5 \text{ m}\Omega.$$

Při proudu  $10 \text{ A}$  vznikne na tomto vodiči tedy úbytek napětí  $0,5 \text{ mV}$ . Protože běžný ručkový milivoltmetr není pro použití v automobilu nejvhodnější, používá navržená konstrukce elektronický milivoltmetr s indikací řadou svítivých diod.

Vstupní zesilovač používá operační zesilovač, jehož výběr je výsledkem určitého kompromisu. Pro spolehlivé řízení diod LED je třeba zesílit vstupní signál řádově stokrát, přitom však vstupní nesymetrie  $2 \text{ mA}$  způsobí na výstupu OZ rozdíl  $200 \text{ mV}$ , což už není zanedbatelné. OZ musí pracovat při nesymetrickém napájení (stabilizované napětí asi  $5 \text{ V}$ ) a to není zcela běžné. A konečně OZ musí být dostatečně teplotně stabilní, protože provozní teploty v automobilu se pohybují v dosti širokém rozmezí. Při širší možnosti výběru by byl optimální operační zesilovač TLC271 Texas Instruments. Je to obvod typu Lin-CMOS s velmi malou klidovou spotřebou, vyhoví pro předpokládané napájení a jeho offset, i když není zanedbatelný, je teplotně stabilní. Udávaná stabilita  $0,7 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ . To v teplotním rozsahu  $0$  až  $60^\circ\text{C}$  znamená  $42 \mu\text{V}$  a při uvažované citlivosti  $5 \text{ mV}$  na  $10 \text{ A}$  znamená chybu indikace menší než  $0,1 \text{ A}$ , což je pro naši aplikaci zanedbatelné. Z operačních zesilovačů je možné použít i některé jiné, s podobnými parametry, ale na úkor přesnosti.

Stupnice sestavená z diod LED je řízena obvodem UAA170 (Siemens). Tento obvod může řídit (podle velikosti vstupního napětí) až  $16$  diod LED. Uživatel při tom může podle potřeby nastavit minimální a maximální indikovaný údaj, který bude zapínat první a poslední LED.



Obr. 153. Palubní ampérmetr pro auto



Schéma popisovaného přístroje je na obr. 153. Ve schématu jsou po levé straně součásti elektrického zapojení automobilu, tedy především kabel, spojující akumulátor s kositrou, akumulátor a připojení k pojistkové skřínce. Napětí, vznikající na svorkách kabelu, který je používán jako bočník, je označeno jako  $U_{vst}$  a má kladnou nebo zápornou polaritu podle toho, je-li akumulátor nabíjen nebo vybitý. Diody  $D_{15}$  a  $D_{16}$  slouží k omezení maximální velikosti tohoto napětí na  $\pm 0,7$  V. (Napětí  $U_{vst}$  by mohlo být větší např. při špatném kontaktu kabelu a vývodu akumulátoru.)

Napájecí napětí obvodu je přivedeno od kladného pólu akumulátoru přes pojistku, která je umístěna co nejblíže k akumulátoru. Toto napětí je přiváděno na příslušný vývod obvodu UAA170,  $C_1$  zajišťuje přídavnou filtraci. Na vývodu 14 je stabilizované napětí asi 5 V, které může být zatíženo odběrem až 5 mA max. Toto napětí se používá pro napájení vstupního zesilovače, který tak bude méně ovlivněn kolísáním palubního napětí. S ohledem na možnost odebrat relativně malý proud z IO musí mít použitý operační zesilovač malou spotřebu.

Předzesilovač pracuje s nesymetrickým napájením 5 V. Klidové výstupní napětí musí být tedy nastaveno na polovinu kladného napájecího napětí, tedy asi na 2,5 V. Proto je k invertujícímu vstupu přivedeno napětí z děliče  $R_3 = R_4$ . Totéž zajišťují rezistory  $R_1$  a  $R_2$ . Potenciometr  $P_1$  přitom současně umožňuje vyrovnat offset zesilovače, případně nesymetrii rezistorů vstupních děličů. Měl by mít co nejmenší odpor dráhy v poměru k odporům rezistorů  $R_1$  až  $R_4$ , aby bylo možné pro nastavení využít celé jeho odporové dráhy. Tím se dosáhne dostatečně jemného a přesného nastavení. Potenciometr  $P_2$  je určen pro nastavení zesílení. Pokud by náhodou nebylo zesílení dostatečné, stačí zvětšit odpor rezistoru  $R_5$  (tento jev by se mohl vyskytnout tehdy, kdyby kabel, používaný jako bočník, měl velký průřez, nebo byl příliš krátký). Kondenzátor  $C_3$  se používá pro filtraci napájení IO<sub>1</sub>,  $C_2$  zajišťuje správnou charakteristiku dolní propusti, omezující možnost vlivu impulsních rušení.

Na displeji je použito jen jedenáct diod LED, protože to zajišťuje dostatečnou přesnost. Konstruktor předpokládal v matici čtyři řádky a čtyři sloupce, což by vedlo ke dvanácti diodám, jednu z těchto sekcí jsme však vynechali. To vysvětluje použití diod  $D_{12}$ ,  $D_{13}$ ,  $D_{14}$  ve schématu, které nahrazují jednu diodu LED, aby při zapojení pouze jedenácti diod nebyly řídicí proudy nesymetrické. Byla použita jedna žlutá LED ( $D_6$ ) ve středu stupnice, signalizující klidový stav, pět červených LED ( $D_7$  až  $D_{11}$ ) indikujících vybíjecí proud a pět zelených LED ( $D_1$  až  $D_5$ ) pro nabíjení. Výstupní napětí operačního zesilovače může dosáhnout 1 až 4 V. Tomuto rozmezí také odpovídá nastavení vstupních napětí  $U_{min}$  a  $U_{max}$  obvodu UAA170 rezistorovými děliči ( $R_6$ ,  $R_7$  a  $R_8$ ,  $R_9$ ). Buzení diod LED kolem středu bude symetrické, takže při odběru proudu blízkém nule bude svítit dioda  $D_6$ .

Pro přizpůsobení jasu diod LED okolnímu osvětlení jsme použili typický obvod, navržený výrobcem, který je tvořen rezistory  $R_{10}$ ,  $R_{11}$ ,  $R_{12}$  a fototranzistorem typu BPW22.

Celé zapojení je realizováno na desce s plošnými spoji. Diody svým umístěním simulují průběh stupnice ručkového měřidla. V krycí destičce (nebo víčku krabičky) je třeba vyvrtat díry pro diody LED a fototranzistor. Zařízení se připojuje třemi vodiči: ke kladnému napětí palubní sítě (nezapomenout na pojistku), k „zemnímu“ vývodu akumulátoru a ke spoji akumulátoru a kositry. Zvláště oba poslední přívody musí mít spolehlivý kontakt.

Nastavení a vyzkoušení ampérmetru je jednoduché. Je třeba jen upozornit na to, že při  $U_{vst}$  větším než  $U_{max}$  svítí jen  $D_{11}$ . Na druhé straně, když  $U_{vst}$  je menší než  $U_{min}$ , není svícení diod přesně definováno. Po připojení k napětí se potenciometrem  $P_1$  nastaví střední poloha tak, aby svítla pouze žlutá dioda  $D_6$ . Pak je třeba přístroj kalibrovat. Velmi jednoduchým a dostatečným přesným způsobem je: zapnout klopná svítla a spočítat odebraný výkon, který je podle typu vozidla asi 120 W, což při napětí akumulátoru 12 V odpovídá odběru 10 A. Pak nastavíme potenciometr tak, aby při tomto proudu svítla dioda  $D_6$  – tím je přístroj „kalibrován“ na přibližně 5 A na jednu diodu LED. Pro předpokládanou aplikaci není vyžadována extrémní přesnost. Přesto se doporučuje chránit desku s plošnými spoji před kondenzací vlhkosti, protože by to mohlo značně ovlivnit přesnost indikace.

Používání ampérmetru je jednoduché. Po zapnutí zapalování ukáže ampérmetr základní odběr proudu, při startování motoru je odběr proudu špičkový. Po nastartování se akumulátor dobíjí. Diody svítí chvíli nedefinovaně, pak začne pracovat regulátor, postupně se rozsvítí  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$ ,  $D_4$  a  $D_5$ , po několika minutách se indikace ustálí na  $D_6$ . To znamená, že akumulátor je dobíjen mírným proudem. Po rozsvícení světel se na okamžik rozsvítí  $D_8$ , protože žárovky mají studená vlákna, pak se rozsvítí  $D_7$  a regulátor dále vyrovná dobíjecí proud akumulátoru na „normální“ velikost.

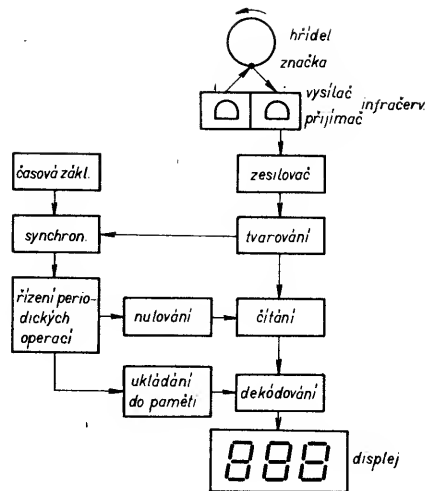
*Electronique pratique č. 141.*

### Přenosný digitální čítač otáček

Popisovaný přístroj dovoluje jednoduše a snadno měřit rychlosti otáčení, interval měření je krátký a dostatečně přesný. Použití displeje s tekutými krystaly umožnilo dosáhnout malé spotřeby, proto lze čítač napájet i z baterií a používat nezávisle na síti.

Obecně je možné k realizaci takového přístroje použít několik principů. V minulosti se používaly analogové principy, využívalo se tachymetrického generátoru, mechanicky spojeného s měřeným motorem, jehož výstupní signál byl měřen ručkovým měřidlem. S nástupem elektroniky se začalo používat optické snímání rychlosti otáčení měřeného hřídele, bylo možné využít analogového vyhodnocení s použitím převodníku kmitočtu – napětí. Při této metodě se však dosahuje menší přesnosti měření. Popisovaná konstrukce proto využívá principů digitálních, i když tyto metody mají určitá omezení.

Pokud vyjdeme z požadavku, aby bylo dosaženo přesnosti jedné otáčky za minutu a na měřeném hřídeli máme jednu značku, pak by interval měření (tedy doba do prvního čtení) byl roven jedné minutě. Když by byla požadována rozlišovací schopnost měření deset otáček za minutu, bude potřebný interval měření šest sekund. To je stále ještě příliš mnoho. Přijatelným kompromisem je



Obr. 154. Blokové schéma přenosného digitálního čítače otáček

indikace v krocích po 50 otáčkách za minutu, což vede k přijatelnému intervalu měření 1,2 sekundy. Přesnost měření je poměrně dobrá, protože při 2000 ot/min je 2,5 %, a při 10 000 ot/min je 0,5 %.

Měření probíhá, jako by se počet základních impulsů násobil padesáti. Na příklad pro rychlost otáčení 7550 otáček za minutu přístroj zaznamená za 1,2 s:

$$n = \frac{1,2}{60} \cdot 7550 = \frac{9060}{60} = 151 \text{ impuls.}$$

Čítání a indikaci realizuje první čítač, dělič dvěma, jehož binární výsledek, 0 nebo 1, odpovídá indikaci 0 nebo 5. Druhý čítač dělí deseti, jeho výstupy BCD ovládají převodník BCD na sedmissegmentový displej, ukazující dekadickou hodnotu 0 až 9. Stejně je tomu i u třetího čítače. Výsledkem je indikovaný údaj, který je třeba násobit deseti. Tak pro rychlost otáčení 7550 ot/min bude indikována hodnota 755. To ovšem platí pro jednu značku na hřídeli, pokud se používají značky dvě, údaj displeje se násobí činitelem 5, činitelem 10/3 v případě tří značek atd. (obecně činitelem  $10/n$ , kde  $n$  je počet značek na hřídeli).

Blokové schéma je na obr. 154. Měření rychlosti otáčení je založeno na snímání rozdílu v odrazu infračerveného paprsku od povrchu otočné části. Odraz může být způsoben světlo ploškou na tmavém povrchu (nebo naopak). Výsledný signál se zesiluje a tvaruje, než se přivede na třístupňový čítač, o kterém jsme se již zmínili.

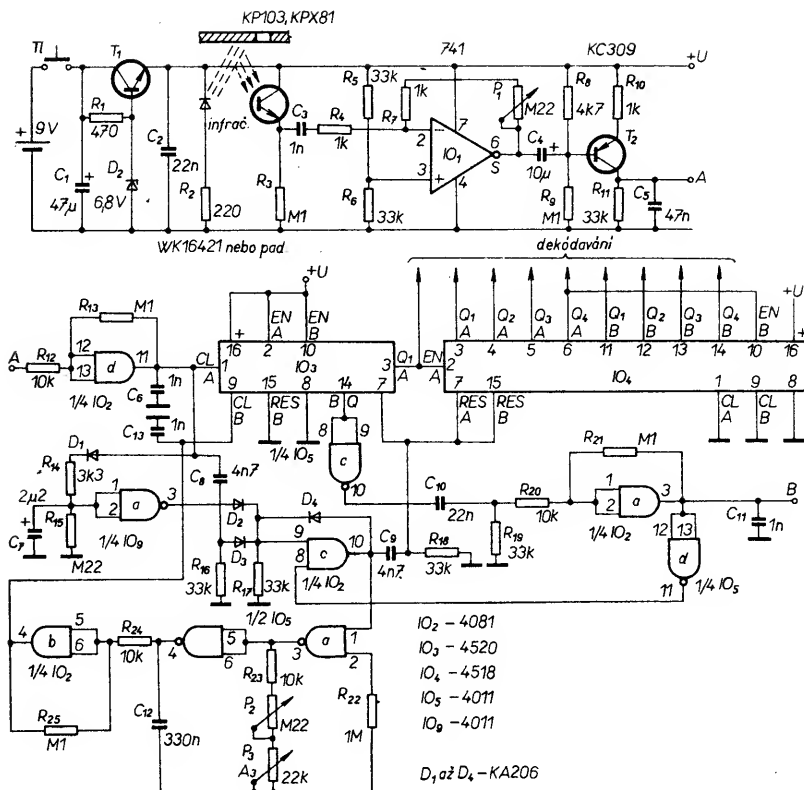
Regulovatelná časová základna generuje periodický signál o intervalu 1,2 s, který zajišťuje postupně:

- uložení hodnoty zaznamenané čítačem do paměti,
- vynulování čítačů.

Synchronizační obvod zajišťuje koincidence spouštění časové základny s impulsy, které dodává systém k měření rychlosti otáčení. Při nulové rychlosti otáčení, nebo při špatném optickém nastavení je obvod synchronizace vyřazen. To dovoluje volný chod časové základny pro zobrazení údaje „0 0 0“.

Schéma zapojení je na obr. 155. Napájení přístroje zajišťuje baterie 9 V, při spotřebě proudu kolem 20 až 25 mA. K dosažení





Obr. 155. Digitální čítač otáček

dobré stability časové základny je napájecí napětí stabilizováno na 6 V. K tomu slouží Zenerova dioda  $D_7$  stabilizující napětí báze tranzistoru n-p-n na 6,8 V, takže na emitoru je stabilizované napětí 6,2 V. Toto napětí je také vhodné pro napájení displeje LCD.

Pro detekci rychlosti otáčení se používá infračervená dioda s konstantním světelným tokem, který je omezován rezistorem  $R_2$ . V praktickém provedení je tato dioda umístěna paralelně s fototranzistorem. Ten snímá část odražené světelné energie. Odrážející povrchem je otáčející se součást, jejíž rychlost otáčení chceme měřit. Když na její poměrně tmavý povrch nanese bílou značku, intenzita snímaného světelného paprsku se při každém průchodu před optickou sondou značně mění. To způsobí napěťové změny na emitorovém rezistoru  $R_3$ , které jsou signálem, používaným k určení rychlosti otáčení.

Signál zesiluje a tvaruje univerzální integrovaný obvod typu 741. Odporový trimr  $P_1$  zajišťuje nastavitelnou zpětnou vazbu, určující zesílení tohoto stupně. Jeho výstupní signál se přivádí na tranzistor n-p-n,  $T_2$ , na jehož výstupu jsou kladné impulsy. Nemají dosud vyhovující tvar vlivem kondenzátoru  $C_5$ , který má vyloučit malé změny odraženého paprsku, způsobené nerovnoměrným zbarvením pozadí mimo oblast značky. Proto je tento signál dále tvarován hradlem AND (část  $IO_2$ ), zapojeným jako Schmittův klopný obvod. Strmých náběhových hran impulsů se dosahuje kladnou zpětnou vazbou, zavedenou rezistorem  $R_{13}$ .

Integrovaný obvod  $IO_3$  obsahuje dva oddělené čtyřbitové binární čítače. Jeden z nich je používán pro dělení dvěma vstupního signálu, přiváděného na hodinový vstup. Výstup  $Q1A$  dodává signál na vstup A enab-

le druhého čítače v pouzdru  $IO_4$ , které obsahuje také dva oddělené čítače, ale na rozdíl od  $IO_3$  jde o čítače BCD, které dělí deseti. Výstup  $Q4A$  prvního čítače je připojen na vstup enable B druhého čítače BCD v tomto pouzdru.

Celková kapacita čítání této soustavy je tedy  $2 \times 10 \times 10 = 200$ . Informace o výsledcích čítání se realizují takto:

- výstup  $Q1A$  obvodu  $IO_3$ : stav log. 0 je na displeji indikován jako 5. Toto místo odpovídá desítkám otáček za minutu;
- výstupní signál  $Q1A$ ,  $Q2A$ ,  $Q3A$  a  $Q1A$  obvodu  $IO_1$  jsou dekodovány dekodérem BCD/7 segmentů pro zobrazení 0 až 9 na displeji. Tento údaj odpovídá stovkám otáček za minutu;
- pro výstupní signály  $Q1B$ ,  $Q2B$ ,  $Q3B$  a  $Q4B$  obvodu  $IO_4$  platí to, co bylo uvedeno

výše. Tento údaj odpovídá tisícům otáček za minutu. Dále bude uvedeno, jak jsou tyto čítače opakovaně nulovány a jejich stav před nulováním ukládán do paměti.

Obvody časové základny zahrnují první dvě hradla NAND obvodu  $IO_5$ , tvoří astabilní multivibrátor, řízený vstupem 1 prvního hradla. Když je tento vstup ve stavu log. 0, výstup prvního hradla je stále ve stavu log. 1 a výstup druhého hradla je ve stavu log. 0. V tomto stavu je multivibrátor blokovan. Naproti tomu, když je na řídicí vstup přiveden stav log. 1, multivibrátor kmitá. Tak se periodicky nabíjí a vybíjí kondenzátor  $C_{12}$  přes rezistor  $R_{23}$  a potenciometry  $P_2$  a  $P_3$ . Výsledkem je signál pravoúhlého průběhu na výstupu druhého hradla, jehož perioda závisí na součáskách obvodu. Může být vyjádřena vztahem:

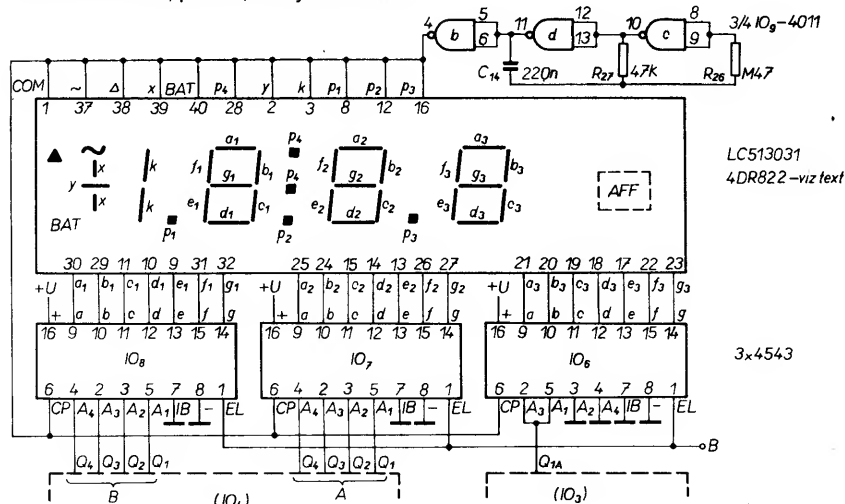
$$T = 2,2 (R_{23} + P_2 + P_3) C_{12}.$$

Dále uvádíme, že kmitočet této časové základny bude dělen 16. Když vyjdeme z požadavku, aby byla perioda čítání rovna opakovaně 1,2 sekundy, musí být perioda  $T$  rovna 1,2 s/16, to jest 75 ms.

Odpor  $P_2$  je asi desetkrát větší, než odpor  $P_3$ . Potenciometry slouží k hrubému a jemnému nastavení. Je třeba poznamenat, že odpor rezistoru  $R_{22}$  nemá vliv na určení kmitočtu oscilátoru multivibrátoru, má však vliv na větší spolehlivost a stabilitu.

Napětí pravoúhlého průběhu multivibrátoru prochází Schmittovým klopným obvodem (druhé hradlo obvodu  $IO_2$ ) a pak je přivedeno na hodinový vstup binárního čítače B obvodu  $IO_1$ . Ten čítá v rytmu kladných impulsů. Na výstupu  $Q4B$  vzniká záporná hrana na konci šestnácti základních impulsů. To je přirozené: čítač přechází za stavu 1111 do stavu 0000.

Synchronizované řízení časové základny je nutné k dosažení dobré stability indikované hodnoty při konstantní rychlosti otáčení. K tomu je třeba, aby „okénko“ měření bylo synchronizováno impulsy detekovanými optickým snímačem rychlosti otáčení. Za tím účelem je třetí hradlo AND obvodu  $IO_2$  zapojeno jako paměťový prvek. Před začátkem



Obr. 156. Dekódování výsledků měření

měření času je jeho výstup ve stavu log. 0. Jeho vstup 8 je obecně ve stavu log. 1, která je opakovaně nulována krátkodobým převodem do stavu log. 0. K tomu se ještě vrátíme. Před začátkem měření je řízení multivibrátoru ve stavu log. 0. Další kladný impuls klopného obvodu (čtvrté hradlo AND obvodu IO<sub>2</sub>), přesněji jeho náběžná hrana, je zpracován derivačním obvodem, který tvoří kondenzátor C<sub>18</sub>, rezistory R<sub>16</sub>, R<sub>17</sub> a diodu D<sub>3</sub>. Výsledkem je velmi krátký impuls log. 1 na vstupu 9 třetího hradla AND obvodu IO<sub>2</sub>, jehož výstup okamžitě přechází do stavu log. 1. Vzhledem k tomu, a díky blokování přes diodu D<sub>4</sub>, se tento stav udržuje, i když krátký řídicí impuls skončí. Multivibrátor se tedy rozbíhá. Dále pak uvidíme, jak bude opět zastaven a bude očekávat následující start v synchronizaci s impulsy z optického snímače.

Až dosud popsané zapojení má však slabinu: uvidíme, že ve skutečnosti je to konec měření, který spouští periodické ukládání výsledků čítání do paměti a jejich nulování. Pokud tedy nedojde k začátku „okénka“, není ani jeho konec: když rotace skončí, nebo když je optický snímač špatně orientován, pak popsaná synchronizace, založená na této detekci, zabrání opětovnému spouštění časové základny. Bez dalšího opatření by se však údaj displeje nezměnil. Je proto vhodné v takovém případě potlačit vliv synchronizace. Tuto funkci zajišťuje integrační obvod, který tvoří kondenzátor C<sub>7</sub>, rezistory R<sub>14</sub>, R<sub>15</sub> a dioda D<sub>1</sub>. Při otáčení měřeného hřídele je na kondenzátoru C<sub>7</sub> udržováno zvětšené napětí díky impulsům, které generuje klopný obvod AND obvodu IO<sub>2</sub>. Mezi dvěma po sobě následujícími impulsy se C<sub>7</sub> sice zvolna vybíjí rezistorem R<sub>15</sub>, ale napětí na něm se nezmění na velikost, dostatečně malou pro změnu stavu prvního hradla obvodu IO<sub>9</sub>, jehož výstup tak je trvale ve stavu log. 0.

Přestane-li se měřený hřídel otáčet, C<sub>7</sub> se vybíjí a na výstupu prvního hradla NAND obvodu IO<sub>1</sub> je stav log. 1, který (přes diodu D<sub>2</sub>) zabezpečuje nepřetržitou funkci multivibrátoru. Nulování čítačů využívá náběžné hrany kladného impulsu řízení multivibrátoru, která je zpracována derivačním obvodem (kondenzátorem C<sub>9</sub> a rezistor R<sub>18</sub>). To má za následek přivedení krátkého kladného impulsu na vstupy reset A obvodu IO<sub>3</sub> a reset A a B obvodu IO<sub>4</sub>. Výsledkem je okamžitě vynulování těchto čítačů na počátku „okénka“ měření. V následujícím odstavci uvidíme, že toto vynulování nastane těsně po skončení fáze uložení stavu čítačů do paměti.

Čtení stavu čítačů je odvozeno od konce intervalu měření, který nastane v okamžiku závěrné hrany na výstupu Q4B obvodu IO<sub>3</sub>. Tato závěrná hrana v důsledku inverze třetím hradlem NAND obvodu IO<sub>5</sub> se stane náběžnou a je přivedena na derivační obvod C<sub>10</sub> a R<sub>19</sub>. Vznikající kladný impuls je tvarován prvním klopným obvodem AND obvodu IO<sub>2</sub>. Tento signál řídí ukládání stavu čítačů do paměti. Tuto operaci realizují integrované

obvody dekodérů BCD na sedmissegmentové zobrazení v pouzdech IO<sub>6</sub>, IO<sub>7</sub> a IO<sub>8</sub>. Čtvrté hradlo NAND obvodu IO<sub>5</sub> tento signál invertuje. Výsledný záporný impuls má za následek vymazání paměťového hradla (třetí) AND obvodu IO<sub>2</sub>, důsledkem je zablokování multivibrátoru.

Dekodování a zobrazení výsledků měření zajišťuje zapojení podle obr. 156. Výsledky měření jsou nepřetržitě přiváděny na vstupy BCD tří dekodérů CD4543, které mohou být použity pro napájení displejů typu LED (a to pro typy se společnou anodou nebo katodou). V prvním případě se připojí vstup „CP“ na úroveň log. 0, ve druhém případě se tento vstup připojí na úroveň log. 1. V naší aplikaci je však použit displej typu LCD a na příslušné segmenty je třeba připojit střídavé napětí pravoúhlého průběhu v kmitočtovém rozsahu 30 až 60 Hz. Toto napětí je generováno multivibrátorem, zapojeným se třetím a čtvrtým hradlem NAND obvodu IO<sub>9</sub>. Výstup tohoto multivibrátoru je třeba připojit současně na COM displeje a vstupy CP dekodérů (při použití displeje 4DR822 jsou vývody 37 až 40 zapojeny jinak).

Když je vstup „IB“ ve stavu log. 0, je indikace displeje trvalá, když je ve stavu log. 1, indikace displeje je přerušena. Vstup „EL“, který řídí paměťovou funkci, je obecně ve stavu log. 0. V důsledku toho zůstává indikace displeje ve stavu, odpovídajícím stavu čítačů v okamžiku, kdy tento vstup opouští úroveň log. 1. To již zmíněná paměťová funkce, indikace zůstává beze změny bez ohledu na stav čítačů. Poznamenejme také, že výstup Q1A obvodu IO<sub>3</sub> je připojen ke vstupům A<sub>1</sub> a A<sub>3</sub> obvodu IO<sub>6</sub>, a vstupy A<sub>2</sub> a A<sub>4</sub> jsou trvale ve stavu log. 0. To odpovídá hodnotě 0, když je Q1A ve stavu log. 0, a dekadické hodnotě 5, když je na Q1A log. 1. Upozorňujeme také, že všechny nepoužívané segmenty displeje s tekutými krystaly, jako tečky a různé symboly, jsou systematicky připojeny k „zemí“ displeje.

V praktické realizaci byly použity dvě desky s plošnými spoji, spodní modul je vyhrazen logickému zpracování signálu a jeho zesílení, na horním modulu jsou umístěny součástky čítačů, dekodování a displeje. Rozmístění součástek bylo navrženo tak, aby nebylo nutné použít dvouvrstvou desku.

Optická sonda pro snímání rychlosti otáčení byla sestavena s použitím nf stereofonního konektoru tak, že infračervená dioda byla umístěna rovnoběžně s fototranzistorem tak, aby obě tyto součástky byly od sebe opticky izolovány (na příklad navléknutím černé plastické trubičky). Použití konektoru umožňuje např. rychle odpojit sondu či použít prodlužovací kabel atd.

Nastavení je jednoduché. Začneme s nastavovacími prvky ve střední poloze. Toto nastavení potenciometru P<sub>1</sub> vyhoví ve většině případů v praxi. Jde o nastavení zesílení, které je třeba zvětšit obvykle pouze při malém kontrastu značky na hřídeli proti pozadí. Zbývá tedy nastavit časovou základnu potenciometru P<sub>2</sub> a P<sub>3</sub>. K tomu stačí namířit optický snímač na zářivku ze vzdálenosti

několika metrů. Přístroj bude detekovat impulsy 100 Hz, což odpovídá teoretické rychlosti otáčení 6000 otáček za minutu. Potenciometr P<sub>2</sub> nastavíme tedy tak, aby se dosáhlo na displeji indikace 600 (případně 595, 600 nebo 605). Potenciometrem P<sub>3</sub> je pak možné přesně nastavit údaj na displeji na 600.

Nastavit měřič rychlosti otáčení lze i při zaměření snímače na stínítko televizní obrazovky ze vzdálenosti několika centimetrů. V tomto případě jde o světelné impulsy o kmitočtu 50 Hz. To odpovídá indikaci displeje 300.

Závěrem upozorňujeme, že kromě univerzálního použití je možné tento přístroj instalovat stabilně do automobilu a používat pro stálou indikaci rychlosti otáčení motoru. Přístroj může být napájen z automobilové baterie, optická sonda se umístí v blízkosti měřeného místa a propojí s přístrojem prodlužovacím kabelem.

*Electronique pratique č. 134*

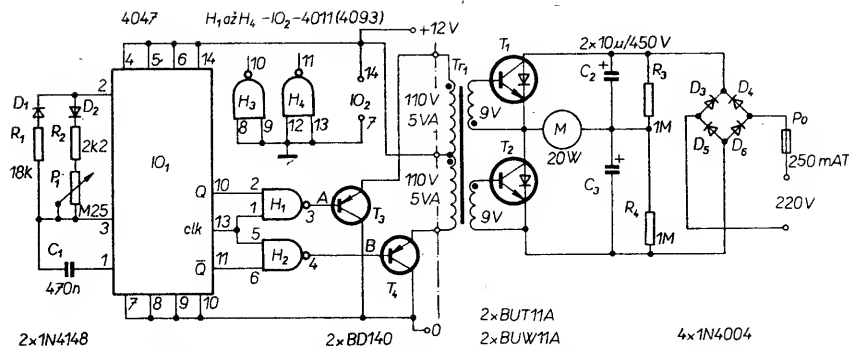
## Řízení (a)synchronních motorů

Výkonové měniče kmitočtu se staly již téměř klasickou oblastí aplikace výkonové elektroniky. Při tom jde většinou o „kilowatty“, nákladná a složitá zařízení. Pokud se však omezíme na výkony běžné v elektronice – kolem 100 W – pak je možné prakticky realizovat techniku měničů kmitočtů pro řízení rychlosti otáčení jednofázových elektromotorů jednoduchým zapojením.

Asynchronní a synchronní motory s touto nakrátko patří díky své jednoduché, robustní konstrukci, výhodným provozním parametrům a příznivým cenovým relacím k nejčastěji používaným motorům v technice elektrických pohonů. Mají však jednu závaznou nevýhodu: není možné bez dalších opatření regulovat rychlost jejich otáčení. Změňování provozního napětí je nevhodnou metodou, kterou se nedá dosáhnout regulace rychlosti otáčení v širším rozsahu a nezávisle na okamžitém zatížení. Protože u obou typů těchto motorů je rychlost otáčení přímo závislá na kmitočtu provozních napětí, musí se pro dosažení uspokojivé regulace měnit kmitočet napájecího napětí motoru.

Z principu synchronního i asynchronního motoru, kterým se nebudeme podrobněji zabývat, vyplývá, že kmitočet a rychlost otáčení jsou vzájemně vázány přibližně konstantním činitelem. Pro praktickou aplikaci je třeba dále vědět, že konstantní by také měl být poměr mezi napětím a kmitočtem, podle vztahu  $U/f = \text{konstanta}$ . Vychází se přitom z požadavku, že i při změně kmitočtu je třeba dodržet původní magnetický tok ve statoru motoru, tedy sycení magnetického materiálu. Při jeho zvětšení by se nadměrně oteploval motor, bylo-li by menší, změnil by se točivý moment motoru.

Má-li být tedy změněn kmitočet, pak je třeba podle uvedeného vztahu změnit napětí motoru ve stejném poměru. Platí to však jen v určitých mezích: při velmi nízkých kmitočtech se uplatňují činné ztráty vinutí motoru. Aby se tyto ztráty vyrovnaly, nemělo by se napětí motoru zmenšovat v přesně stejném poměru jako kmitočet. Také ve směru k vyš-



Obr. 157. Řízení synchronních a asynchronních motorů (diody v  $T_1$  a  $T_2$ , a to i v obr. 160; jsou správně zapojeny obráceně)

šim kmitočtům existují hranice: s rostoucím kmitočtem se totiž zvětšují ztráty v železe. Při zvětšování napětí motoru je třeba dbát i na to, aby nebylo překročeno průrazné napětí vinutí motoru.

Zapojení obvodu pro řízení rychlosti otáčení motoru je na obr. 157. S ohledem na jednoduchost zapojení a napětí motoru by mělo být používáno jen pro motory s malým zatížením (např. motory ventilátorů).

U zvoleného zapojení se síťové napětí usměrňuje diodami  $D_3$  až  $D_6$ . Vzniká tím stejnosměrné napětí přibližně  $\sqrt{2} \cdot 220 \text{ V} = 311 \text{ V}$ . Tímto napětím je napájeno můstkové zapojení, jehož polovina je řízena. To má bohužel za následek, že napětí motoru může být maximálně  $311 \text{ V}/2$ , otáčivý moment motoru je proto menší, než při přímém provozu ze sítě. Předností je to, že pro motor není příliš nebezpečné, když nesouhlasí přesně poměr  $U/f$ . O napětí motoru bude ještě řeč dále. Nejprve však popíšeme zbytek zapojení. Důležitou součástí je  $IO_1$ . Součástí tohoto integrovaného obvodu je multivibrátor a klopný obvod. Multivibrátor pracuje v uvedeném zapojení jako astabilní. Obvod určující kmitočet je zapojen mezi vývody 1 a 3. Obvod určující kmitočet je zapojen mezi vývody 1 až 3. Použití dvou diod ( $D_1$  a  $D_2$ ) umožňuje nezávisle stanovit rychlost nabíjení a vybíjení kondenzátoru  $C_1$ . Takto generovaný signál pravouhlého průběhu má konstantní šířku impulsu 9 ms. Kmitočet tohoto pravouhlého signálu se dělí dvěma klopným obvodem, který je součástí integrovaného obvodu. Na obou výstupech klopného obvodu tak vzniká symetrický pravouhlý signál s kmitočtem proměnným od 4,6 Hz do 50 Hz. Tři výstupní signály obvodu  $IO_1$  (vývody 10, 11 a 13) se převádějí dvěma hradly NAND na dva impulsní signály, které se nemohou časově překrývat. Tím je zajištěno, že tranzistory  $T_1$  a  $T_2$  nemohou být otevřeny současně – protože to by nevyhnutelně způsobilo zkrat ve výkonové části. Impulsy obou hradel NAND se proudově zesilují tranzistory  $T_3$  a  $T_4$  a přivádějí do primárního vinutí transformátoru. V obou sekundárních vinutích se indukuje efektivní střídavé napětí kolem 1 V, které stačí vybudit výstupní tranzistory (popsané signály jsou na obr. 158). Je zřejmé, že signály Y a B mají odstup nejméně 1 ms. To zaručuje, že oba výkonové tranzistory nemohou být sepnuty současně. Průběh napětí na motoru je idealizován – v praxi nebude mít přesně pravouhlý tvar. Vrcholová hodnota tohoto napětí dosáhne maximálně poloviční velikosti napájecího napětí (156 V). Efektivní hodnota napětí závisí na šířce impulsu a lze ji snadno vypočítat ze vztahu

$$U_{\text{ef}} = \frac{9 \text{ ms}}{9 + (1 \text{ až } 100) \text{ ms}}$$

Efektivní hodnota napětí je nepřímo úměrná době periody, případně přímo úměrná kmitočtu. Tím je splněna kladená podmínka  $U/f = \text{konstanta}$ . Pro motor na 220 V to znamená:  $U/f = 220 \text{ V}/50 \text{ Hz} = 4,4 \text{ V/Hz}$ . Ve skutečnosti není poměr  $U/f$  v našem zapojení konstantní – v oblasti dolních kmitočtů je poněkud větší, aby se tím kompenzoval při těchto kmitočtech větší vliv činného odporu statorového vinutí. Při vyšších kmitočtech je tento poměr poněkud menší, protože k 50 Hz je vztaženo příliš malé napájecí stejnosměrné napětí. S tím spojená ztráta točivého momentu při velkých rychlostech otáčení by ve většině aplikací však neměla působit problémy, protože u většiny strojů je požadován největší točivý moment v dolní části pracovních rychlostí otáčení.

Při konstrukci tohoto zařízení, které pracuje s napětím až 311 V, je třeba zvláštní opatrnosti. Aby se předešlo průrazům, musí být mezi vodiči (a plošnými spoji), které vedou toto napětí dodržena minimální vzdálenost 6 mm. Použije-li se k realizaci zkušební destička, je na ní třeba podle potřeby odstranit některé vodivé dráhy (plošné spoje). Je také výhodné použít jak pro řídicí část, tak pro výkonovou část zvláštní desku s plošnými spoji.

Na závěr ještě některé varianty výkonové části. Jsou to návrhy, které nebyly v laboratoři vyzkoušeny. Mohou však být užitečné čtenářům, kteří rádi experimentují. V popsaném případě (obr. 159) je motor napájen napětím z „polovičního můstku“. Kondenzátory  $C_2$  a  $C_3$  tvoří pasivní část můstku a mají na napětí pro motor velký vliv. Čím větší výkon má připojený motor, tím větší musí být také kapacita obou kondenzátorů, aby se udržel tvar výstupního napětí (a tím jeho efektivní hodnota). Pro kontrolu je možné pozorovat tvar napětí na motoru osciloskopem. Zde je však třeba nejvyšší opatrnosti! Často se zapomíná na to, že u některých osciloskopů je zem měřícího vstupu přímo spojena s ochranným zemněním. To může při měření vést ke zkratu. Aby se tomu zabránilo, musí být popisovaný obvod připojen k síti přes oddělovací transformátor.

Provoz motoru 100 W vyžaduje na místě  $C_2$  a  $C_3$  použít kondenzátory s minimální kapacitou 25  $\mu\text{F}$  (bylo to vyzkoušeno na prototypu). K dosažení maximálního točivého momentu při výstupním kmitočtu 50 Hz by bylo třeba použít stejnosměrné napájecí napětí

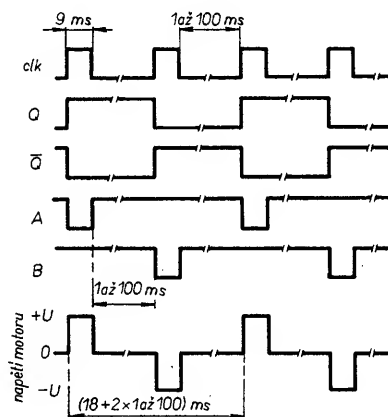
$$U = 2 \cdot 220 \text{ V} \cdot \frac{9 + 1}{9} = 489 \text{ V}.$$

V takovém případě by muselo být použito pro napájení obvodu síťové střídavé napětí  $489 \text{ V}/\sqrt{2} = 346 \text{ V}$ . Takové napětí však není v každé zásuvce k dispozici. Je ovšem možné použít stejnosměrné napájecí napětí 2  $\cdot$  311 V. Toho by bylo možné dosáhnout použitím zdvojevače napětí na vstupu (viz obrázek 159). Protože je toto napětí příliš velké, bylo by nutné změnit poměr impuls/mezera tak, aby na motoru bylo maximální  $U_{\text{ef}} = 220 \text{ V}$ . Je však třeba si uvědomit, že používané impulsy s vrcholovým napětím kladou značné nároky na izolaci připojeného motoru. Každý motor si takové napětí nedá bez následků líbit.

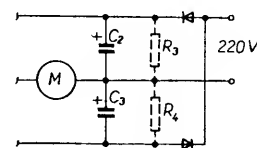
Elegantnější metodou je (při ponechání dvoucestného usměrňování) rozšířit „poloviční můstek“ na úplný můstek (obr. 160). Největší napětí, které se pak vyskytuje, zůstává omezeno na 311 V, ale vrcholová hodnota napětí na motoru se zvětší ze 156 V se 311 V.

Závěrem je třeba ještě jednou upozornit na to, že v každém případě musí být dodržena pevný vztah mezi poměrem impuls/mezera, kmitočtem a napájecím napětím můstku.

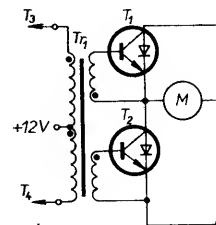
*Elektronika 3/1990*



Obr. 158. Tvary signálů při řízení motorů



Obr. 159. Zdvojevače napětí pro řízení motorů



Obr. 160. Úplný můstek pro řízení motorů

## Automatický odpojovač síťového napětí

Vliv elektrických a magnetických polí na lidský organismus je nesporný. Mezi zastánci čistoty biologického prostředí a vědci jsou však rozdíly v názoru na přípustné dávky. To neplatí jen na výkonové vysílání ve velkých městech, ale i na vlivy síťového napětí, které působí v bytě i na pracovišti. Takže se musíme sami rozhodnout, je-li pro pocit pohody pro Vás výhodné, když budete odpojovat síťové napětí ve své ložnici, bytě, nebo z přívodu ke stolní lampě v kanceláři. Jedno je však jisté: s popsáním zapojením to technicky není žádný problém.

Člověk žije v „elektrickém prostředí“, povrch naší planety je ovlivňován elektrickými a magnetickými poli a to od statických až po signály velmi vysokých kmitočtů. Magnetické pole země je každému známo. Méně je již známo, že mezi zemí a ionosférou je potenciál až 250 kV, a že z kosmu dopadá kosmické záření, vytvářející „pozadí“ v kmitočtovém pásmu od asi 300 MHz až do 350 Mhz. Na to jsou živé bytosti na zeměkouli za mnoho set milionů let zvyklé, ale jak to vypadá s „elektrickým smogem“, umělými elektrickými a magnetickými poli, které v civilizovaném světě generujeme na tolika místech?

Fyzici a lékaři vypracovali doporučení, která platí pro trvalý pobyt v blízkosti elektrických záření. Německý lékař dr. Hubert Palm uvádí vzorec, podle kterého by měla být dodržena vzdálenost od síťových vedení a elektrických přístrojů v jižním směru 1,20 m, v ostatních směrech 0,30 m.

Většinu času strávíme v zaměstnání a v posteli. Téměř ve všech ložnicích jsou u hlavy lůžek síťové zásuvky, kam se připojují svítidla, rozhlasové přijímače, elektrické hodiny, atd., aby byly na dosah.

Pokud věříte tomu, že blízkost síťového napětí může ovlivnit pocit pohody, případně zdravotní stav, pak popisované zapojení umožňuje automaticky odpojit síťové napětí, když není používán spotřebič. Toto zařízení se zapojí do přívodu sítě do ložnice, nebo ke zvlášť exponovaným spotřebičům. Když jsou všechny spotřebiče vypnuty, je na vedení připojeno jen malé, biologicky neškodné stejnosměrné napětí. Když se zapne spotřebič, pak se na dobu jeho používání automaticky připojí síťové napětí. Zapojení ovšem omezuje přípustný spínací proud. Proto je opatřeno zásuvkou a zástrčkou, aby je bylo možné v případě potřeby snadno přemostit.

V zařízení je vestavěn síťový filtr, který omezuje pronikání vysokofrekvenčního rušení. Za jedinou malou nevýhodu je možné považovat, že při provozu přístrojů a dalších spotřebičů přes tento obvod vzniká na diodách odpojovače úbytek napětí asi 1,6 V, tedy 0,7 % síťového napětí. Při relativně krátké době používání připojených spotřebičů je však tato ztráta energie zanedbatelná.

Zapojení je na obr. 161. Obvod transformátoru s dvoucestýnným usměrněním diodami  $D_1$  a  $D_2$  generuje na kondenzátoru  $C_1$  v klidovém stavu, to znamená při vypnutých spotřebičích, stejnosměrné napětí asi 12 V. Přes rezistor  $R_5$ , který omezuje zkratový proud, se přes klidové kontakty relé  $Re$ , toto stejnosměrné napětí přivádí na síťové svorky výstupní svorkovnice  $K_2$  (a tím na všechny připojené spotřebiče). Když jsou všechny spotřebiče vypnuty, pak neprotéká žádný proud, zapojení zůstává v klidovém, vyčkávacím stavu.

Když se zapne některý z připojených spotřebičů (s minimálním odběrem 3,5 W), proud protéká jeho vnitřním odporem, který na výkonových křemíkových diodách  $D_4$  až  $D_6$  způsobí v propustném směru úbytek napětí asi 2,4 V. Přes rezistor  $R_3$  dostává proud svítivá dioda optoelektronického vazebního členu  $IO_2$ , která vybudí přijímací tranzistor v  $IO_2$ . Tím se přes  $R_2$  nabije kondenzátor  $C_2$  na 2/3  $U_B$ . Časovací obvod  $IO_1$  typu 555 (případně v technologii MOS 7555 nebo TLC555) sepne po výkonovém zesílení tranzistorem  $T_1$  v zapojení emitorového zesilovače relé. Relé přitahuje, výstupní zásuvka se přes pracovní kontakty relé spojí se vstupním síťovým napětím svorkovnice  $K_1$  a spotřebič je v provozu. Dioda  $D_3$  zajišťuje, aby mohly projít obě půlky střídavého proudu. Optoelektronický vazební člen je tedy řízen jen během jedné půlky, napětí na vstupu spuštění časovacího obvodu udržuje kondenzátor  $C_2$ .

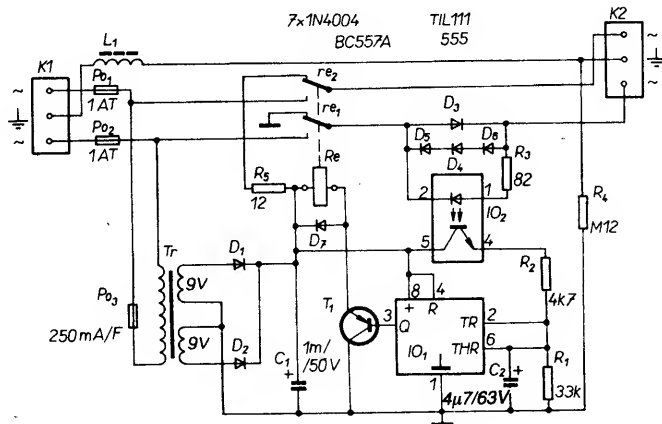
Vypneme-li spotřebič, diodami  $D_4$  až  $D_6$  neprotéká proud, není tedy buzena dioda v  $IO_2$ . Přijímací tranzistor  $IO_2$  zůstane zavřen, kondenzátor  $C_2$  se pomalu vybíjí přes rezistor  $R_1$ . Asi po 100 ms se napětí zmenší pod dolní mez napětí vstupního komparátoru, relé odpadá. Dioda  $D_7$  chrání tranzistor a integrovaný obvod před zničením při vypnutí relé (indukčnost cívky). Přes klidové kontakty relé se na výstupní svorky opět přivádí vnitřní stejnosměrné napětí, používané pro zjištění stavu spotřebičů. Je tak opět dosaženo klidového stavu zapojení.

Diody  $D_3$  až  $D_6$  je možné zatížit maximálním trvalým proudem 1 A; pro ochranu těchto diod a kontaktů relé před přetížením je síťová cesta jistěna pojistkami  $PO_1$  a  $PO_2$ . Primární vinutí transformátoru je jistěno pojistkou  $PO_3$  až za oběma síťovými pojistkami.

V klidovém stavu je tedy na výstupní síťové vedení připojeno malé, konstantní stejnosměrné napětí 12 V. To však samo o sobě je z hlediska bioelektroniky jen částečný úspěch. Při každém vypnutí mechanického přepínače, kterým prochází proud, vzniká vysokofrekvenční rušivé napětí v pásmu 100 MHz. Zdrojů takového rušení je mnoho: etážové topení, chladničky a mrazničky, spínače světel a přístroje atd. Kromě toho působí ještě vyšší harmonické triakových regulací, které se používají ve stmívačích, topidlech, přístrojích pro domácnost a ve vrtáčkách s regulací rychlosti otáčení. Tyto rušivé signály, vznikající v domácnosti i rušivé signály, které přicházejí zvenku přes domovní síťovou přípojku, je třeba vyloučit. Odpojení obou síťových vodičů nestačí, protože v signály přicházejí také kapacitní a indukční vazbu přes ochranný zemnicí vodič. Přípustným opatřením je vysokofrekvenční oddělení ochranného vodiče mezi  $K_1$  a  $K_2$  vzduchovou tlumivkou. Při použití kovového krytu je nutné bezpodmínečně kryt spojit s ochranným vodičem, kromě toho autoři doporučují kryt „uzemnit“ přes speciální bezpečný kondenzátor 220 nF (např. na trubku nebo těleso ústřední topení). Podle bioelektronických názorů má toto uzemnění velký význam pro odpojovač sítě.

Aby nenastávala rezonance  $L_1$  s kondenzátorem 220 nF (při 70 kHz), je třeba paralelně s kondenzátorem 220 nF zapojit rezistor 12  $\Omega$ /5 W. Tento rezistor musí být dimenzován na větší výkon proto, aby bez porušení přenesl případné indukované proudy prostorové smyčky, tvořené ochranným vodičem a trubkovým rozvodem ústředního topení. Odrušovací filtr na vstupu sítě do zapojení má z bioelektronického hlediska výhodu i tehdy, když je na výstupu odpojovače přístroj, který je v provozu. Cívku  $L_1$  si můžeme snadno zhotovit sami. Na papírovou trubku o průměru 25 mm a délky 50 mm se navine drátem 1,5 mm<sup>2</sup>, který se používá pro ochranné vodiče (žlutozelená izolace) do tří vrstev asi po 15 závětech. Textilní lepicí páskou se pak zajistí vinutí i vývody. Pro přímou montáž na desku s plošnými spoji se hodí i běžné odrušovací tlumivky na toroidním jádru o indukčnosti asi 40  $\mu$ H (s malou impedancí) s dostatečným průřezem drátu (pro zatížitelnost větší než 1 A). Nezapomeňte proměřit, zda je dostatečně malý odpor ochranného vodiče propojení mezi vstupní zástrčkou připojovacího kabelu až po výstupní zásuvku  $K_2$  – závisí na tom vaše bezpečnost. Pro kontrolu funkce se doporučuje do zásuvky odpojovaného vedení vestavět kontrolní doutnavku – pak je vždy vidět, jestli je a kdy je síťové vedení odpojeno.

Nakonec ještě upozornění: radiobudík na vašem nočním stolku možná bude mít takový odběr, že odpojovač nebude odpojovat, a pak by stavba odpojovače vlastně ani neměla smysl. Ale člověk, žijící úmyslně v biologicky co nejlepším prostředí, stejně nebude chtít používat přístroje s trvalým odběrem ze sítě – a konečně, pořád ještě jsou k dispozici budíky mechanické...



Obr. 161. Automatický odpojovač síťového napětí

## Jednoduchý a výkonný programátor

Elektronické diáře, jejichž používání se postupně rozšiřuje, se stávají běžnými pomůckami stejně jako elektronické kapesní kalkulátory vizitkového formátu, které mohou být diářem nahrazeny. Tyto přístroje kromě výpočetní funkce nabízejí další zajímavé možnosti, jako je telefonní seznam, nebo denní rozvrh – poslední funkce využívá popisovaný programátor, dovolující v dlouhém období samočinně zapínat a vypínat zvolený spotřebič. Z četných aplikací je možné uvést topení, simulaci přítomnosti v bytě, osvětlení výkladní skříně atd.

Běžné modely elektronických diářů jsou charakterizovány pamětí, schopnou zaznamenat až 150 telefonních čísel s příslušnými jmény. Pokud se používá pouze funkce „diář“, může tato paměť pojímat až 200 základních programových údajů, jako minuty, hodiny, data, měsíce a podle potřeby kódové označení schůzky nebo jednání. Samozřejmě existují i mnohem dokonalejší typy o větší kapacitě, které mohou být použity pro podrobnější programování.

Programátor využívá toho, že po naprogramování určitého záznamu se ozve při naprogramovaném datu, hodině a minutě přerušovaný zvukový signál, který trvá kolem třiceti sekund. Signál může být kdykoli ukončen stisknutím příslušného tlačítka. Souběžně s tím se na displeji zobrazí naprogramovaný záznam, i když je diář vypnut, protože vnitřní hodiny pracují neustále.

Možnost využít tohoto principu pro programování libovolného spotřebiče spočívá v realizaci obvodu rozhraní, které bude schopné zareagovat na příjemný zvukový signál sepnutím nebo rozpojením kontaktů relé, ovládajícího spotřebiče.

Pro přerušování obvodu ovládaného spotřebiče bylo použito velmi jednoduché kódování: stačí naprogramovat záznam. Jakmile zazní první zvukový signál, je zjištěn elektronickými logickými obvody a kontakty relé se rozpojí.

Naproti tomu pro sepnutí kontaktů relé byl použit způsob, zlepšující spolehlivost. Mohli jsme například předpokládat, že když je relé

v určité poloze, může následující programování tuto polohu změnit, tedy podobně, jako u bistabilního klopného obvodu. Toto řešení však nebylo použito, protože v případě chyby programování, přerušení proudu, nebo jiných příčin by vznikl chybový stav, který by při dalším ovládní pokračoval (zapnutí namísto vypnutí a naopak). Proto je pro sepnutí relé třeba naprogramovat dva záznamy v minutovém intervalu, který je minimálním krokem programování. Relé sepně při druhém zvukovém signálu.

**Příklad:** sepnutí relé 15. září v 21 hodin, jeho vypnutí 16. září v 6 hodin 30 minut se bude programovat třemi následujícími záznamy:

- 15/09/20.59 A – čekání (nebo rozpojení, pokud bylo relé předtím sepnuto),
- 15/09/21.00 B – sepnutí.
- 16/09/06.30 – rozpojení.

Funkce obvodu rozhraní je popsána v blokovém schématu na obr. 162. Zvukový signál je detekován elektretovým mikrofonom. Po zesílení a tvarování je signál zpracován v několika krocích. Příliš krátkodobé signály, které mohou pocházet z jiných zdrojů zvuku, jsou vyloučeny. Např. tlesknutí rukou nemá na zařízení žádný vliv. Signály vznikající při zvukovém „pípání“ diáře se integrují. Počátek tohoto signálu způsobí systematické vymazání paměti a současně je aktivován čítač. Udělá tedy další krok. Při sérii signálů, odpovídající programování druhé zprávy, čítač udělá další krok. Do paměti je uloženo sepnutí výstupního relé.

Kdyby nenásledoval další signál např. po dvou minutách, nebo lépe ještě později, čítač by byl vynulován a nemohl by dosáhnout stavu 2.

Zapojení elektronických obvodů je na obr. 163. Zařízení je napájeno běžným síťovým zdrojem. Síťové napětí napájí transformátor, jeho sekundární napětí se usměrňuje, filtruje a stabilizuje tranzistorem  $T_1$ , jehož bázevé napětí je stabilizováno Zenerovou diodou se Zenerovým napětím 9,5 V. Zapnutí indikuje dioda LED. Signály přijímané elektretovým mikrofonom zpracovává předzesilovač s tranzistorem  $T_2$  v zapojení se společným emitorem. Emitorový rezistor  $R_8$  je blokováno kondenzátorem  $C_5$  (lepší zesílení signálů akustických kmitočtů). Zesílený signál se z kole-

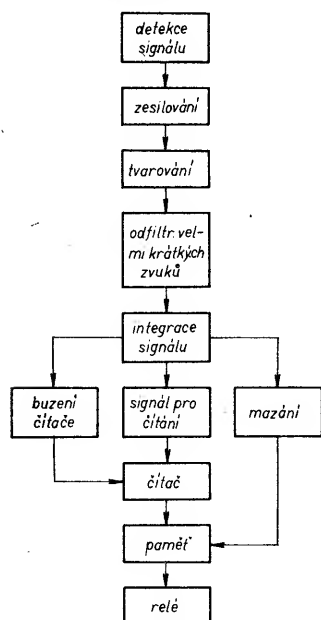
ktoru  $T_2$  přivádí na invertující vstup operačního zesilovače 741. Potenciometrem  $P_2$  je možné měnit zápornou zpětnou vazbu (dosáhnout požadovaného zesílení). Signál z výstupu operačního zesilovače se přivádí do báze tranzistoru  $T_3$  (p-n-p). Jeho báze je polarizována tak, že v klidovém stavu je na kolektoru nulové napětí. Připojený kondenzátor integruje zvukové signály. Zvukový signál odpovídá úrovni log. 1 (s určitým zvlněním).

První hradlo AND obvodu  $IO_2$  dává na výstupu stav log. 1 v době trvání akustických signálů, vysílaných diářem. Vždy na počátku stavu log. 1 se přes rezistor  $R_{14}$  nabíjí kondenzátor  $C_9$ . To způsobuje určité časové zpoždění: úroveň log. 1 dodávané druhým hradlem AND jsou reprodukovány s mírným zpožděním. Toto uspořádání vede k tomu, že nebudou brány v úvahu signály, považované za příliš krátké.

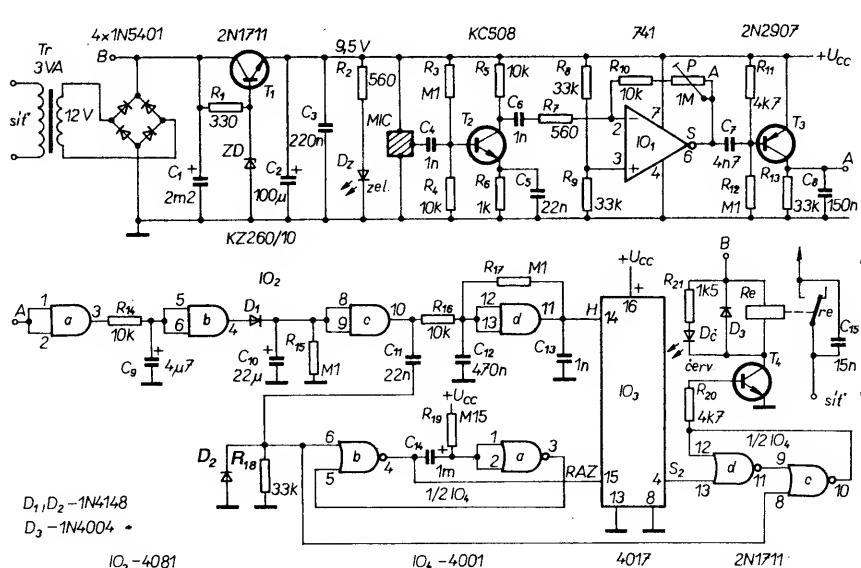
Impulsy úrovně log. 1 nabíjejí kondenzátor  $C_{10}$ . V průběhu úrovně log. 0 se tento kondenzátor může vybíjet jen přes rezistor  $R_{15}$  vzhledem k opačně polarizované diodě  $D_1$ . Výsledkem je to, že na výstupu třetího hradla je trvalá úroveň log. 1 v průběhu vysílání akustických signálů.

Náběžná hrana impulsu, dodávaného třetím hradlem AND, je zpracována derivačním obvodem  $C_{11}$  a  $R_{18}$ . V důsledku toho se na vstup 6 druhého hradla NOR integrovaného obvodu  $IO_4$  přivádí krátký kladný impuls na počátku signálu. Toto hradlo tvoří s prvním hradlem NOR monostabilní klopný obvod. Připomeňme, že takový klopný obvod má na výstupu úroveň log. 1, její doba trvání je zcela nezávislá na délce řídicího impulsu. Doba trvání tohoto impulsu je asi 80 sekund. Později uvidíme, proč je důležité, aby byl tento impuls delší než jednu minutu, ale kratší než dvě minuty, aby se zachovala maximální jemnost kroku programování.

Při úrovni log. 1 na výstupu monostabilního klopného obvodu je na výstupu druhého hradla NOR úroveň log. 0, která se přivádí na nulovací vstup čítače  $IO_3$  typu CD4017. Čítač je připraven ke změně stavu, když je jeho vstup nulován ve stavu log. 0, je-li ve stavu log. 1, čítač zůstává blokováno. Od počátku signálu je čítač  $IO_3$  uveden do stavu aktiva-



Obr. 162. Blokové schéma programátoru



Obr. 163. Zapojení programátoru



ce, omezeného asi na 80 sekund. Po uplynutí této doby je čítač znovu zablokován.

Systematické nulování paměti je zajištěno následujícím postupem: kladný řídicí impuls pro monostabilní klopný obvod se současně přivádí na vstup 8 třetího hradla NOR integrovaného obvodu IO<sub>4</sub>, které tvoří se čtvrtým hradlem paměťový obvod s velmi jednoduchou funkcí:

- každý kladný impuls na výstupu 13 zablokuje výstup třetího hradla ve stavu log. 1; to je zavedení paměťové funkce,
- každý kladný impuls na vstupu 8 způsobí okamžitý přechod výstupu do stavu log. 0; to je vynulování paměti.

Na začátku signálu tedy bude paměť vymazána.

Vždy na počátku signálu je náběžná hrana z třetího hradla v IO<sub>4</sub> přivedena na Schmittův klopný obvod (tvořený čtvrtým hradlem). Ten na výstupu dává impuls se závěrnou hranou a rychlým poklesem (díky urychlení překlopení hradla zpětnou kladnou vazbou zavedenou rezistorem R<sub>1</sub>). Kladná náběžná hrana způsobí změnu stavu čítače IO<sub>3</sub> o jeden krok. Ten má na výstupu 4 krátký stav log. 1 při začátku první série impulsů a od začátku druhé série, to znamená o minutu později. Čítač je stále ve stavu aktivace a nemůže být ještě vynulován, takže paměťová funkce se může realizovat.

Upozorníme nakonec, že kondenzátor C<sub>12</sub> zavádí mírné zpoždění při registraci náběžné hrany klopným obvodem. Proto je čítač ve stavu aktivace ještě dříve, než je na jeho hodinový vstup přiveden první impuls.

Spinací relé je zapojeno v kolektoru tran-

zistoru T<sub>4</sub>, jehož báze je napájena přes rezistor R<sub>20</sub> z výstupu paměťového obvodu. Jde o relé 12 V, které je napájeno přímo z nestabilizovaného napětí na kladném vývodu kondenzátoru C<sub>1</sub>. Dioda D<sub>3</sub> chrání T<sub>4</sub> před přepětím, způsobeným indukčností v obvodu. Svítivá dioda indikuje sepnutí relé – to přivádí přímo na výstup síťové napětí pro ovládací přístroj.

Konstrukční provedení není kritické, je ovšem třeba upozornit na to, že přístroj pracuje se síťovým napětím – je tedy nutné dodržet všechny zásady a předpisy pro bezpečnost přístroje a obsluhy. Elektronický díř se při tom vkládá do vhodně upraveného výřezu. Potenciometr se nastaví do střední polohy. Dosažená citlivost snímání signálů by měla být dostatečná. Pokud tomu tak není, stačí otočit hřídelí potenciometru ve směru otáčení hodinových ruček. Pak už zbývá pouze naprogramovat elektronicky díř popsaným způsobem a ověřit celkovou funkci.

*Electronique pratique č. 140*

**NEZAPOMEŇTE,**  
že koncem července vyjde  
konstrukční příloha AR – Ka-  
talog moderních integrova-  
ných obvodů a tranzistorů za-  
hradní výroby. Katalog vy-  
jde v omezeném nákladu.  
Rozsah 80 stran, výjimečná  
cena – 15 Kčs!

## UPOZORNĚNÍ

Upozorňujeme, že uzávěrka konkursu na nejlepší konstrukce, jehož podmínky byly uveřejněny v AR A3/91 na str. 96, je 5. září 1991.

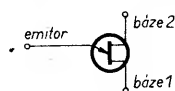
## OPRAVA

Opravte si, prosím, nebo doplňte v AR B1/91:

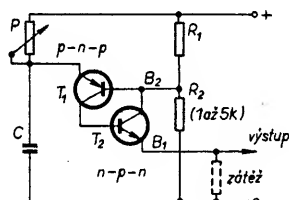
- T<sub>4</sub> a T<sub>5</sub> na obr. 117 jsou tranzistory typu DNL1.8A nebo DNN1.8A, kondenzátor 50 μF je třeba nahradit propojkou,
  - kondenzátor před potenciometrem 100 kΩ/G (GAIN) nemá mít kapacitu 15 μF, ale 15 nF,
  - na obr. 120 je třeba ze zapojení vypustit kondenzátor 270 nF,
  - na obr. 121 není potenciometr 10 kΩ/N (5 kΩ/N) určen k řízení hlasitosti, ale prezence.
- Konečně u obr. 18b je třeba horní vývod z „dualu“, zapojený na 1. kontakt paketu č. 3 a č. 2, přepojit u paketu č. 3 na druhý kontakt; pak bude přepínač fungovat tak, jak má.

## Tranzistory UJT

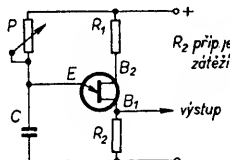
V zahraničních časopisech často najdeme zapojení, kde se používá tranzistor UJT (uni-junction-transistor), u nás se používá i název dvoubázová dioda. Součástka se používá již od začátku šedesátých let, v r. 1969 se proslýchalo, že i u nás je připravena k sériové výrobě, avšak dosud ji z tuzemské výroby nikdo na trh neuvedl. Teoretické základy funkce UJT lze najít v časopisu Sdělovací technika č. 6/1969. Jedná se o jednopřechodový křemíkový tranzistor s upravenou vodivostí materiálu; UJT se chová jinak, než běžný tranzistor. Na obr. 1 je jeho schématická značka. Jeho charakteristika se podobá charakteristice negativního odporu. Vývody se obvykle označují jako E-emitor, B<sub>1</sub>-báze 1, B<sub>2</sub>-báze 2. Odpor B<sub>1</sub> při proudu E řádu mikroampérů je veliký, při větším proudu (až 50 mA) se zmenší asi na 15 až 30 Ω. Této vlastnosti lze využívat v nesčetných aplikacích, z nichž i na stránkách AR bylo několik desítek. Hlavní možnosti použití UJT spočívají v oblasti generátorů nesinusových kmitů, schodovitého napětí, obdélkových i pilovitých kmitů, multivibrátorů, impulsních generátorů, komparátorů, řídicích obvodů tyristorů a triaků, proudových



Obr. 1.



Obr. 2.



Obr. 3.

čidel, časovacích obvodů, převodníků napětí-kmitočet, děličů kmitočtu, stabilizátorů atd.

Na obr. 2 je obecné zapojení UJT. V klidovém stavu se přes P nabíjí kondenzátor C. Dosáhne-li napětí na kondenzátoru C určité úrovně, jeho náboj se přes E velmi rychle vybije cestou B<sub>1</sub> a na výstupu dostaneme řídicí impuls, který se používá v nejrůznějších aplikacích. Na B<sub>1</sub> je možné připojit zátěž přímo (reproduktor, transformátor, LED apod.), nebo signál odebrat pro jiné použití.

Protože je u nás UJT téměř nedostupný, můžeme místo něj použít náhradní zapojení (podle obr. 3) ze dvou komplementárních křemíkových tranzistorů, kde R<sub>2</sub> mění svou funkci (nemůže být zátěží) vzhledem k obr. 2. Výstup z emitoru T<sub>2</sub> proti zemi může být zatížen.

Univerzálním typem UJT je 2N2646 (jeho cena je u firmy Conrad 2,40 DM). Další běžné typy jsou: 2N2647, 2N2840, 2N4870 (1,95 DM), 2N4871 (2,45 DM), 2N6027 (0,65 DM) apod.

## INZERCE



Inzerce přijímá osobně a poštou Vydavatelství Magnet-Press inzertní oddělení (inzerce ARB), Vladislavova 26, 113 66 Praha 1, tel. 26 06 51-9 linka 295. Uzávěrka tohoto čísla byla 20. 5. 1991, do kdy jsme museli obdržet úhradu za inzerát. Neopomeňte uvést prodejní cenu, jinak inzerát neuveřejníme.

## PRODEJ

BFT66 (240), BFQ65 (95), sadu zahr. T a IO pro druž. tuner z přílohy ARB 90 (600). P. Nedoma, Havlíčkova 20, 678 18 Blansko.

**Dodám různé součástky**, seznam zašlu proti ofrankované obálce. M. Lhotský, Komenského 465, 431 51 Klášterec n. Ohří.

**ARB roztríděné do nasl. tématických skupin** (po 10 ks à 50): antény a technika VKV, rozhlasové přijímače, HIFI a hud. nástroje, IO a aplikovaná elektronika, meracie přístroje a meranie, zaujímavé zapojenia, IO a μP. A. Švec, Trnavského 18, 841 01 Bratislava.

SL1452 (680), SL1451 (740), SL1454 (690), TDA5660P (220), PAV fil. 480 MHz OFWY6950 (680), sat. kon. SCE-975 Maspro-Jap. F = 1,3 dB max. (3500). F. Krunt, Řepová 554, 196 00 Praha 9, tel. 68 70 870.

## RŮZNÉ

Stavebnice dekodérů FILMNET a RTL-4. Každá stavebnice obsahuje desku s plošnými spoji, součástky a manual. Cena jednoho dekodéru je 2000 Kčs. Dekodéry mají vstup a výstup video a pracují s automatickým přepínáním po celých 24 hod. Ultimate electronics, postbus 1501, 3500 BM Utrecht-Holland.